

N° D'ORDRE :
183

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

RENÉ MOUTERDE

Chargé de cours à la Faculté Catholique des Sciences de Lyon

1^{re} THÈSE. — ETUDES SUR LE LIAS ET LE BAJOCIEN DES BORDURES NORD
ET NORD-EST DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 12 Janvier 1951 devant la Commission d'examen.

MM. THORAL.....	Président.
SOLLAUD.....	} Assesseurs.
VIRET.....	

Bulletin du Service de la Carte Géologique de la France, n° 236

PARIS ET LIÈGE
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER

PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
LIÈGE, 1, QUAI W. CHURCHILL, 1

1953

Tous droits réservés
Imprimé en France



Digitized by the Internet Archive
in 2026

N° D'ORDRE :
183

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

RENÉ MOUTERDE

Chargé de cours à la Faculté Catholique des Sciences de Lyon

1^{re} THÈSE. — ETUDES SUR LE LIAS ET LE BAJOCIEN DES BORDURES NORD
ET NORD-EST DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 12 Janvier 1951 devant la Commission d'examen.

MM. THORAL.....	} <i>Président.</i>
SOLLAUD.....	
VIRET.....	

Assesseurs.

Bulletin du Service de la Carte Géologique de la France, n° 236

PARIS ET LIÈGE
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER

PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
LIÈGE, 1, QUAI W. CHURCHILL, 1

1953

Tous droits réservés
Imprimé en France

UNIVERSITÉ DE LYON. FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen

M. DOUIN, *, ,  I.

Assesseur

M. EYRAUD,  I. Calcul différentiel et intégral.

Doyen honoraire

M. LONGCHAMBON, *, ,  I., +, Méd. Résistance.

Professeurs honoraires

MM. VESSIOT, C. *,  I.

MM. SIRE, *,  I., +.

DULAC, *,  I.

FROMAGEOT,  I.

VANEY, *,  I., +.

LOCQUIN, *,  I.

MEUNIER, O. *,  I.

Professeurs

MM. LONGCHAMBON, *,  ,  I., +, M. R.	Minéralogie.
DOUIN, *,  ,  I.	Botanique.
DEJARDIN, *,  I.	Physique.
SOLLAUD,  I.	Zoologie.
THIBAUD,  I.	Physique expérimentale.
EYRAUD,  I.	Calcul différentiel et intégral.
THORAL,  A.	Géologie.
DOEUVRE,  I.	Chimie organique.
PRETTRE,  A.	Chimie industrielle.
KÜHNER,  A.	Botanique.
COURTY,  A.	Chimie-Physique.
CORDIER,  A, 	Physiologie.
MALECOT	Mécanique rationnelle.
PARIS	Chimie minérale.
AUMÉRAS,  I.	Chimie.
BERNARD,  A.	Physique.
BÉNARD.	Chimie.
VIRET,  I.	Géologie.
COLONGE,  A.	Chimie.

Maîtres de conférences et chargés de cours

MM. MEUNIER (P.).	Chimie biologique.
GILLES.	Botanique.
MOUSSA	Physique.
M ^{me} CHAIX	Chimie biologique.
MM. WAUTIER	Zoologie.
JANIN	Physique.
BRACONNIER	Mathématiques.
NIGON	Zoologie.
MENTZER	Chimie biologique.

Chargés de cours complémentaires

MM. DUFAY,  I.	Astronomie et Physique supérieure.
STRIFFLING	Météorologie.
PELLETIER	Géologie.
M ^{me} FIASSON	Zoologie.
MM. GARRIGUES	Botanique.
MESNARD	Physique.
PENNANEACH	Mathématiques.
GAUTHIER (J.)	Chimie.
MAZENOT	Géologie.
GAUTHIER (H.)	Géologie.
MURET	Botanique.
FIASSON	Zoologie.

M. ROUX,  I.

Secrétaire



ÉTUDES SUR LE LIAS ET LE BAJOCIEN DES BORDURES NORD ET NORD-EST DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS

PAR

RENÉ MOUTERDE

Docteur ès Sciences,
Chargé de cours à la Faculté catholique des Sciences de Lyon,
Collaborateur au service de la Carte Géologique de la France.

AVANT-PROPOS

Le présent travail doit beaucoup aux trois laboratoires de géologie qui en ont vu la préparation.

M. Thorat, professeur à l'Université de Lyon, a accepté d'en patronner le sujet et m'a fait bénéficier de nombreuses observations personnelles sur le Lyonnais et le Brionnais. Il m'a aidé de toutes manières m'ouvrant largement les collections et la bibliothèque de son laboratoire et me faisant profiter de sa grande expérience, tant dans l'étude de mes récoltes que pendant de nombreuses excursions. Je lui suis particulièrement reconnaissant de l'attention avec laquelle il a guidé les dernières phases de ma rédaction.

M. l'abbé Dubar m'a proposé dès 1939 le sujet de ce mémoire dans ses lignes essentielles ; il m'a accompagné plusieurs semaines sur le terrain et m'a initié aux méthodes de la stratigraphie fine. Il a mis constamment à ma disposition sa grande connaissance du Lias de l'Europe occidentale et de ses faunes ; il a bien voulu diriger mes déterminations paléontologiques et a accepté d'en revoir un grand nombre. Ma reconnaissance va en même temps au Laboratoire de géologie de l'Université libre de Lille et particulièrement à Mgr Delépine qui m'y a si souvent accueilli et a suivi le développement de mon travail malgré sa lourde charge de recteur.

Ce m'est un devoir très spécial de remercier le Centre National de la Recherche Scientifique qui par ses subventions m'a permis de passer de longs mois sur le terrain. M. Jacob, membre de l'Institut, et M. Pruvost, professeur à l'Université de Lille, ont avec bienveillance appuyé mes demandes : qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.

M. Raguin a bien voulu s'intéresser particulièrement à ce travail et en assurer l'impression au *Bulletin du Service de la Carte Géologique* malgré les difficultés du temps présent. M. le Directeur du Bureau des Recherches géologiques et géophysiques, ainsi que M. Guillaume, en me confiant l'étude du sondage de Saint-Laurent-en-Brionnais et en m'ouvrant leurs archives ont aussi bien facilité mes recherches.

J'ai beaucoup appris dans des conversations ou des excursions avec M. Ciry, professeur à l'Université de Dijon, ainsi qu'avec MM. Tintant, Bonte, H. Gauthier, Ricour et Gottis. M. Lucas m'a souvent aidé à débrouiller les questions de pétrographie et de sédimentation. M. l'abbé de Lapparent et M. l'abbé Bordet de l'Institut Catholique de Paris m'ont toujours été de précieux conseil. Je ne puis oublier l'aimable accueil de tous ceux qui m'ont guidé dans les nombreuses collections de la Sorbonne, du Muséum, de l'Ecole des Mines, et des laboratoires des Universités de Dijon, de Lille et de Marseille. Je dois une gratitude particulière à M. Viret, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon.

Pour les déterminations paléontologiques délicates, M. le Chanoine Carpentier a accepté d'étudier les quelques échantillons de flore fossile recueillis, M. Mercier a déterminé plusieurs Oursins, MM. Alloiteaux et Pelletier quelques Polypiers.

M. Théobald a grandement facilité mon séjour en Allemagne et je n'oublierai pas l'accueil des professeurs et des géologues des Universités de Tübingen et de Fribourg.

En France, mes confrères, les curés de petits villages ou de gros bourgs et les directeurs des maisons d'éducation ont bien aidé mon travail sur le terrain par leur hospitalité si simple et si cordiale.

MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées m'ont souvent donné de précieuses indications.

Enfin j'ai une dette de reconnaissance très particulière vis-à-vis de Mgr le Recteur et de M. le Président de la Société civile des Facultés Catholiques de Lyon, qui ont mis à ma disposition un ensemble de moyens de travail, qu'ils ont réussi à créer en pleine guerre, malgré les grandes difficultés de cette période ; les aides dont ils m'ont permis de m'entourer ont contribué pour une bonne part à la présentation matérielle de ce travail.

INTRODUCTION

Cadre géographique. — Cette étude a pour cadre géographique la bordure NE du Massif Central français, elle intéresse huit départements et porte sur une bande d'affleurements longue de plus de 500 km et large de 10 à 20 km (pl. 1). Dans les départements de l'Indre et du Cher, puis dans ceux de la Nièvre et de l'Yonne, elle comprend une partie des bordures méridionale et orientale du bassin de Paris ; en Côte-d'Or, en Saône-et-Loire et dans le Rhône, la partie occidentale du détroit de Bourgogne et de la vallée de la Saône ; enfin, dans la Loire et la partie méridionale de la Saône-et-Loire, les dépôts secondaires du Charolais et du Brionnais. Ainsi elle part des abords du détroit du Poitou, puisqu'à l'W de la vallée de la Creuse, elle atteint les confins du département de la Vienne, elle suit la bordure N du Massif Central, puis contourne le Morvan, à la fois par le N et par le S, entre la Loire, l'Yonne, l'Armançon et la Saône, et elle s'achève au confluent de cette dernière avec le Rhône après avoir traversé le Mâconnais et le Beaujolais.

Cet ensemble est trop vaste pour former une seule région naturelle, mais en comprend plusieurs ayant bien des traits communs : pays moyennement accidentés à relief, tantôt très simple, en Berry, en Auxois, et même en Bourgogne, où la morphologie traduit fidèlement la nature géologique du sous-sol, tantôt plus complexe à raison des jeux de failles, qui font parfois ressortir des horst de terrains primaires sur les bordures occidentale et orientale du Morvan, en Charolais et en Brionnais, en Mâconnais et en Beaujolais. Pays de cultures variées et plus encore d'élevage, ces régions de bocage coupées de haies sont très couvertes et souvent ingrates au chercheur, qui est obligé d'y faire de la « géologie de trous ».

Cadre géologique. — La série géologique étudiée débutera au Rhétien pour s'achever avec le sommet du Bajocien. J'avais pensé d'abord me limiter aux terrains liasiques, mais le Rhétien, d'ailleurs souvent mal représenté, semble, dans les régions typiques de Bourgogne ou de la vallée de la Saône, bien plus en liaison avec le Lias qu'avec le Trias ; il correspond ici à la première transgression marine du Secondaire, aucune discordance et généralement aucune lacune ne le sépare des terrains superposés, il est même souvent difficile de préciser leur limite exacte.

D'autre part la série des calcaires à Entroques, bajociens pour la plus grande part, débute souvent plus ou moins tôt dans l'Aalénien ; il a paru préférable de les décrire ici dans leur totalité et d'embrasser l'ensemble de

l'étage bajocien, ce qui m'a d'ailleurs permis d'aborder plusieurs problèmes intéressants et de mettre en évidence des variations de faciès remarquables. Localement, sur la bordure occidentale du Morvan, j'ai même été conduit à étudier la base du Bathonien, qui était liée pétrographiquement aux couches sous-jacentes.

Dans ce cadre j'adopterai la division en étages couramment reçue en France et utilisée par le Service de la Carte Géologique : Rhétien, Hettangien, Sinémurien, Lotharingien, Pliensbachien, Domérien, Toarcien, Aalénien, Bajocien. Si certains ne paraissent pas toujours s'imposer, leur valeur sera discutée dans les conclusions.

Les étages seront subdivisés en suivant sensiblement ¹ les zones d'Oppel jusqu'au Domérien inclus. Pour le Lias supérieur et le Bajocien, une série de zones plus complexe, proche d'ailleurs de celle admise par Haug dans son traité, sera utilisée. Enfin sans adopter entièrement les subdivisions de la classification hémérale de Buckman, je m'y référerai volontiers dans les discussions de détail. A défaut de cette échelle souvent trop précise pour mes coupes, moins fossilifères ou moins épaisses que les séries du Lias anglais, j'ai essayé d'établir une série d'horizons fossilifères ayant une valeur de repère stratigraphique au moins régionale ; ces horizons pourront coïncider ou non avec les épiboles de Buckman ; je n'ai pas voulu admettre des corrélations *a priori*, j'ai préféré me laisser guider par les observations de terrain. La valeur et l'intérêt de ces horizons seront discutés dans les conclusions.

Objet et Méthode. — A la différence des bordures W (Glangeaud, 1895) et SW (Thévenin, 1903) du Massif Central et de la bordure septentrionale du Bassin de Paris (Bonte, 1941), notre région n'a fait l'objet d'aucune étude d'ensemble depuis l'Explication de la Carte Géologique de la France de Dufrénoy et Elie de Beaumont (t. II, 1848). Quelques remarquables monographies régionales ont paru dans la deuxième moitié du siècle dernier ; de Grossouvre nous a donné deux esquisses suggestives, l'une de « l'Oolithe inférieure du bord méridional du Bassin de Paris » (1885 *a*), l'autre sur le Lias du Berry (1885 *b*). Parmi les travaux récents, en dehors de quelques notes de caractère local, on ne peut guère citer que la thèse de P. Roché (1939) sur « l'Aalénien et le Bajocien du Mâconnais » d'extension géographique limitée, elle aussi. Tous ces travaux d'ailleurs, sauf le dernier dont la partie stratigraphique est malheureusement trop restreinte, décrivent les terrains dans le cadre de l'étage, ou tout au plus de la zone. Il y avait donc place pour une étude détaillée et comparative du Lias et de la partie inférieure de l'Oolithe sur cette marge NE du Massif Central.

Au moment où ma rédaction s'achevait, la Géologie régionale du Bassin de Paris de R. Abrard (1950 *a*) apportait, pour le Berry, la Bourgogne et

¹ Une zone supplémentaire à *Coroniceras rotiforme* Sow. sera introduite à la base du Sinémurien.

le Nivernais une bonne synthèse ; mais pour les niveaux étudiés ici, elle ne fait guère que mettre en œuvre les données bibliographiques que j'exposerai en tête de chaque chapitre et poursuivre, avec un plan différent et le souci d'interprétations paléogéographiques, la Géologie du Bassin de Paris de P. Lemoine (1911).

Dans un deuxième volume ¹ Abrard apporte, pour le sujet qui nous occupe, une esquisse de l'Histoire du détroit Morvano-vosgien et des mouvements de la mer dans ces régions.

En raison de l'étendue même du domaine étudié, il ne pouvait être question de suivre pas à pas et de décrire tous les affleurements de chaque étage ; il a fallu, pour simplifier les recherches et alléger le texte, se contenter d'établir un certain nombre de successions locales basées sur des coupes précises. En revanche on a poussé dans le détail l'analyse stratigraphique de chaque étage et de chaque zone ; les coupes ont été relevées au décimètre ou même au centimètre ; la faune a été recueillie banc par banc ce qui a permis de retrouver en bonne partie les successions détaillées établies à l'étranger ou d'en découvrir d'autres.

Plan. — Après une brève introduction pétrographique, je répartirai en 11 chapitres les monographies régionales donnant le ou les types de chaque étage dans l'Indre, le Cher, le Nivernais, la bordure occidentale du Morvan, l'Avallonnais, l'Auxois, la bordure orientale du Morvan, la région de Nolay, le Mâconnais, le Mont d'Or lyonnais, le Charolais et le Brionnais. Dans un chapitre final, plus ample, les différentes séries locales seront comparées entre elles et avec les régions voisines, puis des conclusions plus générales stratigraphiques ou paléocéanographiques seront dégagées.

Chaque chapitre comprendra une rapide introduction géographique, historique et tectonique, puis la description de la série stratigraphique régionale. Celle-ci s'appuiera sur des coupes détaillées et bien localisées ; quand elles feront défaut, ce qui arrivera souvent dans le Lias moyen et supérieur en raisons des difficultés d'observations continues en pays très couverts, on caractérisera brièvement l'étage en utilisant des observations dispersées.

Dans chaque coupe, on trouvera d'abord exposés d'une façon objective les caractères pétrographiques et paléontologiques des différents bancs ou ensembles de bancs ; une interprétation stratigraphique suivra. En principe, les coupes seront décrites de haut en bas, ce qui correspond à la position réelle des couches sur le terrain ; l'interprétation suivra volontiers l'ordre ascendant, traditionnel, qui est l'ordre historique des dépôts ; chaque fois que cela sera nécessaire elle partira des niveaux bien datés, souvent les plus récents, pour essayer de conclure à l'âge des autres. Les bancs seront toujours numérotés dans l'ordre ascendant, le nombre le plus faible désignant la couche inférieure.

Les coupes étant en général simples et limitées à une carrière, il n'a pas

¹ Histoire géologique du Bassin de Paris (1930 b).

paru nécessaire de les dessiner toutes ; seules les plus importantes ou les plus compliquées seront accompagnées d'un croquis schématique ; les numéros de ces figures renverront directement aux numéros des couches dans le texte.

Localisation des gisements. — Les différents affleurements seront situés par rapport au village ou au lieu-dit voisin, et leur position précise sera donnée par les coordonnées Lambert. Toute notre région appartenant à la Zone Centrale (II) de ce système, deux nombres, figurant généralement entre parenthèses après la situation géographique sommaire du gisement, suffiront à établir sa position précise ; l'abscisse précèdera l'ordonnée ; pour abrégier le texte, les points cardinaux seront simplement désignés par leur initiale, selon l'usage actuel.

Numérotation des couches. — Pour permettre au lecteur de comparer plus facilement les différentes coupes, les bancs de même âge porteront la même numérotation dans toutes les descriptions. Les couches seront désignées par un nombre de deux chiffres dont le premier sera celui de la division du Lias correspondante dans la légende de la Carte Géologique détaillée au 1/80.000^e ¹ ; le deuxième sera caractéristique de la sous-zone ou de l'horizon auquel appartient le banc. Lorsque plusieurs bancs appartiendront au même horizon, on les distinguera par une lettre minuscule « a » désignant la couche inférieure ; ce dernier repère aura une valeur purement locale et les couches 35 a par exemple de deux coupes éloignées ne seront en général pas comparables mais appartiendront toutes deux à la base de l'horizon à *Acanthopleuroceras* du Lias moyen (Pliensbachien). Pour les coupes voisines on s'est efforcé de garder la même numérotation de détail. Les bancs, dont la date précise est inconnue ou douteuse, verront leur numéro suivi d'un point d'interrogation : (33 a ?) ; cette désignation indiquera seulement qu'ils sont compris entre les couches inférieures et supérieures, 32 et 33 b par exemple, bien datées, l'une par des *Tropidoceras*, l'autre par des *Acanthopleuroceras* ; mais les bancs 33 a ? pourraient appartenir aussi bien à un horizon qu'à l'autre, car ils n'ont pas donné de fossiles caractéristiques.

Ce procédé a l'inconvénient de faire figurer dans une coupe une succession de numéros souvent discontinus ou de désigner un seul banc par un numéro double dans le cas où les séries sont condensées, mais il aura le grand avantage de guider le lecteur d'un bout à l'autre du travail et de lui permettre de trouver rapidement, dans une coupe, le niveau qui l'intéresse. Il dispensera aussi d'un long commentaire stratigraphique lorsque l'âge des couches sera évident d'après les listes fossilifères données.

La base de ces divisions étant paléontologique, d'épaisses séries pauvres en fossiles (Domérien inférieur) pourront être désignées par un seul numéro, alors que des couches minces mais très fossilifères (Pliensbachien) pourront être subdivisées.

¹ Les numéros 60-70 désigneront les couches bajociennes, 71 et au-dessus le Bathonien.

TABLEAU DES HORIZONS-REPÈRES
servant de base à la numérotation des couches.

BATHONIEN :

71. *Morphoceras polymorphum*, *Ebrayiceras*, *Zigzagiceras*, *Parkinsonia wurtembergica*.

BAJOCIEN SUPÉRIEUR :

- | | | |
|---|---|-------------------------------|
| 70. <i>Parkinsonia schloenbachii</i> , <i>P. eimensis</i> . | } | zone à <i>P. parkinsoni</i> . |
| 69. <i>Parkinsonia parkinsoni</i> . | | |
| 68. <i>Parkinsonia subarietis</i> , <i>P. orbignyana</i> . | } | zone à <i>G. garanti</i> . |
| 67. <i>Garantia garanti</i> . | | |
| 66. <i>Stenoceras niortense</i> . | } | zone à <i>S. niortense</i> . |

BAJOCIEN MOYEN :

- | | | |
|--|---|---|
| 65. <i>Teloceras blagdeni</i> . | } | zone à <i>W. romani</i> et <i>S. humphriesianum</i> . |
| 64. <i>Epalxites</i> , <i>Stephanoceras humphriesianum</i> . | | |

BAJOCIEN INFÉRIEUR :

- | | | |
|--|---|-----------------------------|
| 63. <i>Sonninia alsatica</i> , <i>S. sulcata</i> . | } | zone à <i>O. sauzei</i> . |
| 62. <i>O. sauzei</i> , <i>Stephanoceras</i> (<i>Skirroceras</i>). | | |
| 61. <i>Witchellia læviuscula</i> . | } | zone à <i>S. sowerbyi</i> . |
| 60. <i>Sonninia acanthodes</i> , <i>S. dominans</i> .
<i>Hyperlioceras discites</i> . | | |

AALÉNIEN :

- | | | |
|---|---|-------------------------------|
| 59. <i>Ludwigia concava</i> . | } | zone à <i>L. concava</i> . |
| 58. » » | | |
| 57. <i>Ludwigia bradfordensis</i> . | } | zone à <i>L. murchisonæ</i> . |
| 56. <i>Ludwigia murchisonæ</i> . | | |
| 55. <i>Lioceras opalinum</i> , grands <i>Lioceras</i> , <i>Tmetoceras scissum</i> . | } | zone à <i>L. opalinum</i> . |
| 54. <i>Pleydellia aalensis</i> . | } | zone à <i>P. aalensis</i> . |
| 53. <i>Pleydellia mactra</i> . | | |
| 52. <i>Dumortieria moorei</i> . | } | zone à <i>D. levesquei</i> . |
| 51. <i>Dumortieria radiosa</i> . | | |
| 50. » » | | |

TOARCIEN SUPÉRIEUR :

- | | | |
|--|---|-----------------------------------|
| 49. <i>Phlyseogrammoceras dispansum</i> . | } | zone à <i>Lyloceras jurense</i> . |
| 48. <i>Pseudogrammoceras fallaciosum</i> . | | |
| 47. <i>Grammoceras toarcense</i> . | | |
| 46. <i>Haugia variabilis</i> . | | |

TOARCIEN MOYEN :

- | | | |
|--|---|------------------------------------|
| 45. <i>Hildoceras</i> (<i>Brodiceras</i>), <i>Lillia lilli</i> . | } | zone à <i>Hildoceras bifrons</i> . |
| 44. <i>Hildoceras bifrons</i> . | | |
| 43. » » | | |

TOARCIEN INFÉRIEUR :

- | | | |
|--|---|-------------------------------|
| 42. <i>Harpoceras falciferum</i> . | } | zone à <i>H. falciferum</i> . |
| 41. » » | | |
| 40. <i>Dactylioceras tenuicostatum</i> . | | |

DOMÉRIEN :

- supérieur : 39. *Pallopleuroceras spinatum*. zone à *P. spinatum*.
 inférieur : 38. *Amaltheus margaritatus*. zone à *A. margaritatus*.

PLIENSBACHIEEN :

37. *Ægoceras* (*Oistoceras*).
 36. *Prodictyloceras davæi*, *Ægoceras*.
 35. *Ægoceras* seuls.
 34. *Ægoceras* (*Beaniceras*) *luridum*.
 33. *Acanthopleuroceras valdani*.
 32. *Tropidoceras masseanum*.
 31. *Polymorphites* (*Uptonia*) *jamesoni*.
 30. *Platypaleuroceras*.
 Phricodoceras taylori.

LOTHARINGIEN SUPÉRIEUR :

29. *Deroceras armatum*.
 28. *Echioceras* } *Euëchioceras*.
 } *E. raricostatum*.
 27. *Oxynoticeras oxynotum*.
 26. *Gagaticeras gagateum*.

LOTHARINGIEN INFÉRIEUR :

25. *Asteroceras*.
 Microderoceras birchi.

SINÉMURIEN SUPÉRIEUR :

24. *Arnioceras miserabile*, *A. semicostatum*,
 Pararnioceras.
 Arnioceras geometricum, *Arietites falsani*.
 23. *Euagassicerat sauzeanum*, *Metarnioceras*.
 Agassicerat (*Etomoceras*) *scipionianum*.

SINÉMURIEN INFÉRIEUR :

22. *Arnioceras ceratitoides*.
 Coroniceras bucklandi.
 Arnioceratoides kridion.
 21. *Coroniceras rotiforme*.
 20. *Vermiceras* (*Metophioceras*).

HETTANGIEN :

19. *Schlotheimia* (*Scamnoceras*) *angulata*.
 18. " "
 17. *Alsatites liasicus*.
 16. " "
 15. *Alsatites laqueus*.
 14. *Caloceras johnstoni*.
 13. *Psiloceras planorbe*.
 12-10. Sans Ammonite : « pré-planorbe beds »

RHÉTIEN :

- 1-9. *Avicula contorta*.
 0. Trias et Primaire.

Paléontologie. — En raison même du détail de l'analyse stratigraphique, il fallait donner aux déterminations paléontologiques une précision suffisante au moins pour les groupes fournissant les repères chronologiques. Il ne pouvait cependant être question de donner ici une étude systématique des formes récoltées, même en se limitant aux seules Ammonites, étant donné le grand nombre de familles présentes dans le Lias et le Bajocien. Pour permettre toutefois au lecteur de connaître d'une façon précise la forme recueillie malgré la complication des synonymies et la compréhension trop large de certaines espèces établies par les premiers paléontologistes, j'ai adopté un système assez empirique. Réservant le problème de la valeur et de l'étendue des espèces en Paléontologie j'ai indiqué parmi les figures, parfois nombreuses, de l'espèce nommée, celle qui était la plus proche de mon échantillon ; ainsi chaque détermination faite avec soin sera suivie de la référence d'une figure, qui ne sera pas nécessairement celle du type de l'espèce, mais de la forme la plus voisine de celle que j'ai récoltée. L'ouvrage d'où est tirée la figure, sera indiqué d'une façon très abrégée, comme il sera noté dans la liste ci-dessous, pour ne pas allonger trop les listes de fossiles et faciliter les recherches du lecteur.

Les formes déterminées plus rapidement, ainsi que celles qui n'avaient qu'un rôle chronologique secondaire, Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes, Echinides, etc..., ne seront pas rapportées à une figure ; on a tenu cependant à leur faire une place dans les listes paléontologiques pour donner une idée exacte de la composition de la faune et permettre les reconstitutions océanographiques.

Enfin G. Dubar ayant bien voulu revoir ou guider les déterminations de nombreuses Ammonites, je ferai précéder d'un * les noms qu'il a ainsi contrôlés lui-même ¹.

Les Bélemnites ont été déterminées par comparaison avec les échantillons de la collection Lissajous au Laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon et dans le cadre des révisions faites par cet auteur (Lissajous 1925).

Les Echinodermes du Charolais ont été étudiés en 1939 par J. Lambert. M. Mercier a revu quelques-uns de ceux des autres régions.

La plupart des Polypiers cités ont été revus par M. Pelletier ².

Contrairement aux règles anciennes de nomenclature, et suivant une tradition solidement établie à l'étranger, que l'autorité de l'Académie des Sciences imposera rapidement chez nous, les noms spécifiques débiteront toujours par une minuscule.

¹ Dans les tableaux à la fin des chapitres l'astérisque indiquera au contraire les données nouvelles apportées par ce travail.

² La classification utilisée est celle de VAUGHAN et WELLS, 1943.

ABRÉVIATIONS DES OUVRAGES PALÉONTOLOGIQUES
LE PLUS SOUVENT CITÉS

- N. B. — Les indications complètes seront données dans la Bibliographie générale, p. 11.
- | | |
|--------------------------|--|
| BENECKE Eisen. | BENECKE, 1905 : Die Versteinerungen der Eizenerzformation... |
| BRANCO | BRANCO, 1879 : Der Untere Dogger... |
| BUCKM. Inf. Ool. | BUCKMAN, 1887 : A Monograph of the Ammonites of the Inferior Oolite... |
| BUCKM. Y. T. A. ou T. A. | BUCKMAN, 1909 : Yorkshire Type Ammonites (vol. I-II) ou Type Ammonites (vol. III-VII). |
| DAV. | DAVIDSON, 1850 : A Monograph of british Brachiopoda. |
| DENKMANN | DENCKMANN, 1887 : Ueber... Umgegend... von Dörnten... Oberen Lias. |
| DESL. P. F. | DESLONGCHAMPS, 1862 : Paléontologie française; Jurasique. Brachiopodes. |
| DORN | DORN, 1935 : Die Hammatoceraten, Sonninien... |
| DUM. Infr. | DUMORTIER, 1864 : Études paléontologiques. Bassin du Rhône, 1 ^{re} partie, Infralias. |
| DUM. L. Inf. | » 1867 : <i>Idem</i> , 2 ^e partie, Lias inférieur. |
| DUM. L. moy. | » 1869 : <i>Idem</i> , 3 ^e partie, Lias moyen. |
| DUM. L. sup. | » 1874 : <i>Idem</i> , 4 ^e partie, Lias supérieur. |
| FUCINI Cetona | FUCINI, 1901 : Cephalopodi liassici del Monte di Cetona. |
| GOLDF. | GOLDFUSS, 1862 : Petrefacta Germaniæ. |
| HYATT | HYATT, 1889 : Genesis of Arietidæ. |
| MGL. | MENECHINI, 1867 : Monographie des fossiles du Calcaire rouge. |
| MGH. app. | MENECHINI, <i>Idem</i> , appendice (Fossiles du Medolo). |
| MCNEST. Amalth. | MONESTIER, 1928 : Recherches sur... les Amalthéidés domériens. |
| MONEST Dom. | MONESTIER, 1934 : Ammonites du Domérien du SE de l'Aveyron. |
| MONEST. Toarcien moy. | MONESTIER, 1931 : Ammonites... du Toarcien moyen... |
| MONEST. Toarcien sup. | MONESTIER, 1921 : Ammonites... du Toarcien supérieur... |
| NICOL. | NICOLESKO, 1928 : Étude monographique du genre <i>Parkinsonia</i> . |
| D'ORB. P. F. | D'ORBIGNY, 1842 : Paléontologie française; Jurassique, Céphalopodes. |
| D'ORB. Typ. Prod. | D'ORBIGNY, 1906 : Types du Prodrome de Paléontologie stratigraphique. |
| Pal. Univ. | Paleontologia universalis. |
| QUENST. Am. | QUENSTEDT, 1883 : Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. |
| QUENST. Brach. | QUENSTEDT, 1871 : Petrefactenkunde 2 : Brachiopoden. |
| QUENST. Ceph. | » 1846 : Petrefactenkunde 1 : Céphalopoden. |
| QUENST. Jura | » 1858 : Der Jura. |
| REYNÈS Aveyron | REYNÈS, 1868 : Essai de Géologie et de Paléontologie aveyronnaises. |
| REYNÈS Mon. | REYNÈS, 1867 : Monographie des Ammonites. |
| REYNÈS Mon. L. sup. | » 1867 : <i>Idem</i> . Lias supérieur. |
| SCHLIPPE | SCHLIPPE, 1868 : Die Fauna des Bathonien. |
| SCHNEIDER | SCHNEIDER, 1927 : Aalénien de Gundershoffen. |
| SPATH Liparo. | SPATH, 1938 : Catalogue of the Ammonites... Liparoceratidæ. |
| TRUEM. et W. | TRUEMAN et WILLIAM, 1925 : Studies in the Ammonites Echioceratidæ. |
| WÄHNER | WÄHNER, 1882 : Unteren Lias in Nordöstlichen Alpen. |
| WRIGHT | WRIGHT, 1878 : Lias Ammonites. |
| ZIETEN | ZIETEN, 1836 : Die Versteinerungen württemberg. |

BIBLIOGRAPHIE¹

- ABRARD (René), 1950 a. — Géologie régionale du Bassin de Paris. 1 vol. in-8°, 397 p., 34 fig., Paris, Payot.
- , 1950 b. — Histoire géologique du Bassin de Paris. *Mém. Muséum nat. Hist. Nat.*, Paris. N. S. série C, t. I, fasc. 1, 103 p., 15 fig.
- ARAMBOURG (Camille), 1935. — Contribution à l'étude des Poissons du Lias supérieur. *Ann. Paléont.*, XXIV, pp. 1-32, 10 fig., pl. I-II.
- ARCELIN (Adrien), 1881. — Explication de la carte géologique des 2 cantons de Mâcon. *Ann. Acad. Mâcon*, (2), III, pp. 138-358, 4 fig., 1 tabl., 1 carte, 2 pl.
- ARCELIN (Fabien) et ROCHÉ (Pierre), 1936. — Les Brachiopodes bajociens du Monsard. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XXX, mém. 25, 107 p., 30 fig., 19 pl.
- ARKELL (Will. Josc.), 1933. — The Jurassic system in Great Britain. 1 vol. in-8°, pp. v-xii + 681, 97 fig., 41 pl., Oxford, Clarendon Press.
- AVIAS (Jacques), 1943. — Révision critique des Ariétidés de la région lyonnaise. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 106 p. dactylographiées, 177 fig., 1 carte, pl. I-XXVII.
- BAYLE (E.), 1878. — Fossiles principaux des terrains. Atlas 148 pl., sans texte. Explication de la carte géologique de France, IV, 1^{re} partie, Paris.
- BENECKE (E. W.), 1905. — Die Versteinerungen der Eisenerzformation von Deutsch Lothringen und Luxemburg. *Abhandl. z. Geol. Spezialk. v. Els-Loth.*, N. F., Heft., VI, 598 p., 59 pl.
- , 1866. — Über Trias und Jura in den Südalpen. *Geogn. Paläont. Beiträge*. Band 1, Heft 1, 204 p., 11 pl., Munich.
- BENOIT, 1905. — Profil géologique du chemin de fer d'Argenton à La Châtre. Stratigraphie, Paléontologie et Orogénie. Description géologique et paléontologique. 1 br. in-8°, 31 p., Tours.
- BENTZ (Alfred), 1924. — Die Garantienschichten von Norddeutschland mit besondere Berücksichtigung der Brauneisenoolithhorizontes von Harzburg. *Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanst.* Berlin. Bd. XLV, pp. 119-193, pl. 4-9.
- , 1928. — Über Strenoceraten und Garantianen insbesondere aus dem Mittleren Dogger von Bielefeld. *Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanst.* Berlin. Bd. XLIX, teil 1, pp. 138-206, pl. XIV-XIX.
- BERTHAUD (M.), 1869. — Description géologique du Mâconnais. Thèse in-4°, 201 p., 1 pl., Mâcon, Protat.
- BIGOT (Alexandre), 1942. — La Basse-Normandie. Esquisse géologique et morphologique. 1 vol. in-8°, 123 p., 26 fig., 3 cartes, 45 pl., Caen, Le Tendre.
- VON BISTRAM, 1903. — Beiträge zur Kenntnis der fauna des unteren Lias in der Val Solda. Geologischen paläontologischen Studien in den Cosmasker Alpen. *Berichte d. naturf. Ges. Friburg. i. B.*, Bd. XIII, pp. 116-214, pl. I-VIII.
- BOEHM (Johannes), 1903. — Description de la faune des couches de Pereiros. *Communicações da Direcção dos Trabalhos Geologicos*, V, avril 1903, 48 p., 3 pl.
- BOIDIN (Jacques), 1946. — Contribution à l'étude des couches bajociennes du Mont d'Or lyonnais. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 53 p. dactylographiées, 1 tabl., 3 pl. de coupes, 2 pl. de photographies, 1 carte.
- BOISSE DE BLACK (Yvonne), 1933. — Le détroit de Rodez et ses bordures cristallines. *Bull. Carte Géol. France*, XXXVI, n° 188, pp. 1-281 (213-493), 32 fig., 11 pl.
- BONNET (Pierre), 1925. — Le problème du Trias de l'Avallonnais et de l'Auxois. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 26 janvier, t. 180, pp. 301-303.
- BONTE (Antoine), 1941. — Contribution à l'étude du Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris. Thèse et *Bull. Carte Géol. France*, XLII, n° 205, pp. 1-439 (285-723), 67 fig., tabl. A à D, 12 pl.
- , 1943. — Sur la présence du Lias inférieur le long de la bordure sud-orientale du Massif de la Serre. *C. R. som. S. G. F.* (3), XIII, pp. 23-24, 14 février.

¹ Dans ce travail les références bibliographiques mentionneront seulement le nom de l'auteur et l'année de parution de l'ouvrage ; quand celui-ci aura été publié en fascicules échelonnés sur plusieurs années on prendra par convention la date du premier fascicule.

- , 1943-1946. — Feuille de Besançon au 50.000^e. La tranchée de Miserey (Doubs). La tranchée de la rue de la Pernotte à Besançon. *Bull. Carte Géol. France*, XLVI, n° 221, C. R. Collab. Campagne 1944 et 1945, pp. 107-122 (265-280).
- BOULANGER et BERTERAT, 1850. — Texte explicatif de la Carte Géologique du Cher. 1 vol., in-8°, 230 p. Paris.
- BOURGEAT (Chanoine E.), 1911. — Compte rendu des excursions du 30 août après-midi et du 31 août matin (Réunion extraordinaire dans le Jura). *B. S. G. F.* (4), XI, pp. 497-503, fig. 19-20.
- BOVIER (Emile), 1931. — Etude stratigraphique du Lias de la région de Champfromier (Jura français). *Arch. Sc. phys. et nat.*, 5^e période, XIII, pp. 251-269 et 283-300.
- BRANCHARD (Michel), 1950. — Contribution à l'étude du Secondaire d'une partie du Mâconnais. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 83 p. dactylographiées, 2 pl., 1 tabl., 1 coupe.
- BRANCO (W.), 1879. — Der Untere Dogger Deutsch-Lothringens. *Abhandl. z. Géol. Spezialk. v. Els-Loth.*, Bd. II, Heft I, pp. 1-160, 10 pl.
- BROUSSE (Marcel), 1950. — Le Pliensbachien dans les Causses et sur le revers SE des Cévennes. *C. R. som. S. G. F.*, (5), XX, pp. 103-104, 20 mars.
- DE BRUN (Pierre), 1926. — Etude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). 2^e partie. Lias inférieur et moyen. 1 vol. in-8°, 134 p., 1 coupe, 4 pl., Nîmes. Ext. *Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes*, XLII à XLV, 1919 à 1926.
- et MARCELIN (Paul), 1934. — Etude stratigraphique des Petits Causses des environs de Florac (Lozère). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, XLVI, pp. 377-491, 8 fig., 4 pl.
- et VEDEL (Louis), 1919. — Etude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). 1^{re} partie Houiller, Trias, Infralias, 220 p., 19 fig., 3 pl., Nîmes. Ext. *Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes*, XXXVII, XXXVIII, XL et XLII, 1909, 1910, 1912 à 1918.
- BUCKMAN (S. S.), 1882. — Some New Species of Ammonites from the Inferior Oolite. *Proc. Dorset Nat. Hist. and Antiquarium Fieldclub*, IV, pp. 137-146, 2 fig., pl. I-IV.
- , 1886-1907. — A Monograph of the Ammonites of the « Inferior Oolite series » *Paleont. Soc. London*.
 1886, pp. 1-24, pl. I-VI.
 1887, pp. 25-56, pl. VII-XIV.
 1888, pp. 57-144, pl. XV-XXIII et A.
 1889, pp. 145-244, pl. XXIV-XXXVI.
 1890, pp. 245-256, pl. XXXVII-XLIV.
 1891, pp. 257-312, pl. XLV-LVI.
 1892, pp. 313-344, pl. LVII-LXXVI.
 1893, pp. 345-376, pl. LXXVII-XCH.
 1894, pp. 377-456, pl. XCH-CHL.
 Supplément 1898, pp. i-xxxii, pl. I-IV.
 1899, pp. xxxiii-lxiv, pl. V-IV.
 1904, pp. lxx-clxviii, pl. XV-XIX.
 1906, pp. clxix-cviii, pl. XX-XXIV.
 1907, pp. ccix-cclxii (Index).
- , 1906. — Some Lias Ammonites : *Schlotheimia* and species of others genera. *Proc. Cotteswold Club*, XV, pp. 231-254, pl. X-XI.
- , 1909-1930. — Yorkshire Type Ammonites, in-8°, vol. I-II. London, Welsley and Son, suivi de Type Ammonites. Vol. III-VII, London, Wheldon and Wesley.,
 Vol. I, 1909-1912, pp. i-xxi + i-viii + 1-67 + A-G, 80 pl. (I-LXVII).
 Vol. II, 1913-1919, pp. v-x + i-xvi + 68-121 + A-F, 83 pl. (LXVIII-CXXXC).
 Vol. III, 1919-1921, pp. 1-64, 177 pl. (CXXXI-CCLXVIIA), 3 portraits.
 Vol. IV, 1922-1923, pp. 1-67, 196 pl. (XXIIIA, CXXXIA, CCLXVIII-CDXXII), 1 portrait.
 Vol. V, 1924-1925, pp. 1-88, 8 fig., 200 pl. (CDXXIII-DLXXVI) + 6 rééditions.
 Vol. VI, 1925-1927, 61 p., 3 fig., 192 pl. (DLXXVII-DCCXVIII).
 Vol. VII, 1927-1930, 78 p., 148 pl. (DCCXVIII-DCCCXB).
- , 1917. — The Brachiopoda of the Namyau Beds Northern Shan States Burma. *Paleont. Indica*, N. S., III, n° 2, 299 p., 6 fig., 9 tabl., 21 pl.
- BUVIGNIER (Armand), 1852. — Statistique géologique, minéralogique, minérallurgique (sic) et paléontologique de la Meuse. 1 vol. in-8°, XLI+694 p.+Atlas in-folio, 32 pl. Paris, Baillière.
- CANAVARI (M.), 1888. — Contribuzione alla fauna del Lias inferiore di Spezia. *Mem. del. Regio Comit. Geol. Ital.*, Mem. III, part. 2, 173 p., 8 fig., 19 pl.

- CARPENTIER (Alfred), 1947-1949. — Les flores infraliasiques des Deux-Sèvres et de la Vendée. *Ann. Paléont.*, XXXIII, pp. 179-190, pl. XVI-XVIII; XXXIV, pp. 1-16, pl. I-VI; XXXV, pp. 1-23, pl. I-IX = 1 vol., 51 p., 18 pl.
- CARREY (J.), 1875. — De la zone à *Ammonites acanthus*. *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Semur*, 12^e année, pp. 127-137.
- CAYEUX (Lucien), 1916. — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. *Mém. Carte Géol. Fr.*, VIII + 524 p., 80 fig. + Atlas, 56 pl.
- , 1922. — Les Minerais de fer oolithiques de France. Fasc. II : Minerais de fer secondaires. 1 vol. in-4^o, VIII + 1031 p., 35 pl. *Etudes Gîtes minéraux de la France*, Paris, Imprimerie Nationale.
- , 1935. — Les Roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (Calcaires et Dolomies). 1 vol. in-4^o, IV + 463 p., 26 pl., Paris, Masson.
- CHAPUT (Ernest), 1921. — Révision de la feuille de Chalon-sur-Saône au 1/80.000^e. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXVI, n° 146, C. R. Collab. Campagne 1921, pp. 87-97.
- , 1922. — Observations géologiques sur la Montagne de Bar (Côte-d'Or). *Mém. Ac. Sc. Arts et Belles-Lettres Dijon* (3), IV, pp. 465-472, 1 fig.
- et CIRY (Raymond), 1928. — Livret-guide de l'excursion géologique interuniversitaire en Bourgogne (août-septembre 1928). 1 br. in-8^o, 43 p., 4 fig., Dijon.
- CHARLES (Robert-P.), 1949. — Essai d'étude phylogénique des Gryphées liasiques. *B. S. G. F.* (3), XIX, pp. 34-41.
- CHARTRON (C.) et COSSMAN (Maurice), 1902. — Note sur l'Infralias de la Vendée et spécialement sur un gisement situé dans la commune de Simon-la-Vineuse. *B. S. G. F.* (4), II, pp. 163-203, 8 fig., pl. III-IV.
- CHOFFAT (Paul), 1903. — L'Infralias et le Sinémurien du Portugal. *Communicacões da Direcção dos Trabalhos Geológicos*, V, pp. 49-114, 1 pl., 3 tabl., Lisbonne.
- CLERC (Modeste), 1904. — Etude monographique des fossiles du Dogger de quelques gisements classiques du Jura Neuchâtelois et Vaudois. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, XXXI, 108 p., 3 pl.
- COLLENOT (Jean-Jacques), 1873. — Description géologique de l'Auxois. 1 vol. in-8^o, 660 p., 1 tabl., Semur (a paru d'abord par fascicules dans *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Semur* de 1867 à 1871).
- , 1879. — Description sommaire des terrains sédimentaires de l'Auxois. *B. S. G. F.* (3), VII, pp. 781-804 (Réunion extraordinaire à Semur).
- , 1880-1881-1882. — Catalogue de la Collection géologique du Musée de Semur, 3^e partie, *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Semur*, 17^e année, 1880, pp. 66-140; *Idem*, 3^e partie (suite). *Ibid.* 18^e et 19^e années, 1881-1882, pp. 59-130.
- , 1881-1882. — Observations sur la nature et la disposition des terrains dont les échantillons figurent au Catalogue qui précède, suivies de considérations sur les rapports et les différences des faunes. *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Semur*, 18^e et 19^e années, pp. 131-216.
- , 1889. — Causes des adjonctions et des restrictions aux assises du Lias de l'Auxois, figurant au Catalogue de la Collection géologique du Musée de Semur. *Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Semur* (2), n° 4, pp. 44-32.
- COLLOT (Louis), 1898. — Feuille de Beaune. *Bull. Carte Géol. Fr.*, X, n° 63, pp. 18-22 (82-86).
- , 1906. — Feuille de Dijon au 1/320.000^e. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XVI, n° 110, C. R. Collab. Campagne 1905, pp. 51-55 (329-333).
- , 1907. — Feuille de Dijon au 1/320.000^e. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XVII, n° 115, C. R. Collab. Campagne 1906, pp. 56-57 (152-153).
- , 1913. — Géologie de la Côte-d'Or. *Mém. Acad. Sc. Arts et Belles Lettres Dijon* (4), XII, pp. 307-349.
- CORROY (Georges), 1927. — Synchronisme des horizons jurassiques de l'Est du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (4), XXVII, pp. 95-113, 4 tabl.
- , 1932. — Le Rhétien et l'Hettangien dans l'Est du Bassin de Paris. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 195, pp. 157-158, 11 juillet.
- COSSMAN (Maurice), 1903. — Note sur l'Infralias de la Vendée et des Deux-Sèvres (suite). II. Pélécypodes. *B. S. G. F.* (4), III, pp. 497-537, 1 fig., pl. XVI-XVIII.
- , 1908. — Note sur un gisement d'âge charmouthien à Saint-Cyr-en-Talmondois (Vendée). 1 br. in-8^o, 24 p., pl. I et II. *Ext. Bull. Soc. Géol. Normandie*, XXVII, 1907, publié en 1908.

14 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL

- , 1916. — Etude complémentaire sur le Charmouthien de la Vendée. 1 br. in-8°, 69 p., pl. III-VIII. *Ext. Bull. Soc. Géol. Normandie*, XXXIII, 1913, 1914, 1915, publiés en 1916.
- DAGINCOURT, 1880. — Couche à Poissons à la base du Lias supérieur aux environs de Saint-Amand (Cher). *B. S. G. F.* (3), VIII, pp. 335-337.
- , 1881. — Notes sur la Géologie des environs de Saint-Amand (Cher). *B. S. G. F.* (3), IX, pp. 223-242, 5 fig.
- DARESTE DE LA CHAVANNE (Jacques), 1912. — Monographie paléontologique d'une faune de l'Infralias du Nivernais méridional. *B. S. G. F.* (4), XII, pp. 550-604, 9 fig., pl. XV-XVII.
- , 1920. — Feuille de Bourges au 1/320.000* (Feuille de Saint-Pierre au 1/80.000*). *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXIV, n° 140, *C. R. Collab. Campagne* 1919, pp. 19-32.
- , 1922-1923. — Feuille de Bourges au 1/320.000* (Feuille de Saint-Pierre et de Nevers au 1/80.000*). Contribution à l'étude du jurassique nivernais dans le Val de Loire. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXVII, n° 151 (1922-1923), *C. R. Collab. Campagne* 1922, pp. 69-89, 1 tabl.
- DASSE (Abbé Joseph), 1914. — Les environs de Pougues. *Bull. Soc. nivernaise Lettres Sc. et Arts*, XXV, 1^{er} fasc., pp. 45-115, 12 fig., tabl., 4 pl.
- DAVIDSON (Thomas), 1851-1852. — A Monograph of British Brachiopoda. Vol. 1, part. 3. Oolitic and liassic Brachiopoda. *Paléont. Soc.*, 1853, 100 p., 18 pl.
- , 1876. — *Idem*. Vol. IV, part. 2. Supplément to the Jurassic and Triassic Brachiopoda, pp. 73-241, pl. IX-XXIX.
- , 1882-1884. — *Idem*. Vol. 8, part. 3. Appendix to the Supplement, pp. 243-286.
- DAUTRY (Jean), 1930. — Sur l'ancienneté probable des directions méridiennes dans la partie septentrionale du Massif Central français. *C. R. Ac. Sc. Paris* (19 juin), t. 230, pp. 2218-2220, 1 carte.
- DÉCHASEAUX (Colette), 1936. — Pectinidés jurassiques de l'Est du Bassin de Paris. *Ann. Paléont.*, XXV, 148 p., 14 fig., 9 tabl., 10 pl.
- , 1934. — Principales espèces de Liogrhyphées liasiques. Valeurs stratigraphiques et remarques sur quelques formes mutantes. *B. S. G. F.* (3), IV, pp. 201-212, pl. C-E in-text.
- DELAFOND (Fréd.), 1902. — Bassin Houiller et Permien de Blanzky et du Creusot. Fasc. I. Stratigraphie. *Et. Gîtes Minéraux France*, 125 p., 29 fig. dont 4 h.-t., Paris, Imprimerie Nationale.
- DENCKMANN (Aug.), 1887. — Über geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Dörnten nördlich Goslar mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des Oberen Lias. *Ahandl. z. Geol. Spezialk. v. Preuss. Thür. Staaten*, Bd. VIII, Heft 2, 408 p., 10 pl.
- DESTONGCHAMPS (Eudes), 1862. — Paléontologie française. Terrains jurassiques. Vol. 6. Brachiopodes. 1 vol. in-8, 448 p., 131 pl. (Inachevé), Paris, Masson.
- DORN (Paul), 1933. — Die Hammatoceraten, Sonninien, Ludwigen, Dorsetensien und Wit-chellien des Süddeutschen insbesondere Frankischen Doggers. *Paleontographica*. Bd. LXXXIII, pp. 1-124, 143 fig. sur 9 pl., in-text, 29 pl. h.-t.
- DOUVILLÉ (Henri), 1880. — Note sur l'*Ammonites pseudo-anceps* et sur la forme de son ouverture. *B. S. G. F.* (3), VIII, pp. 239-247, 7 fig.
- , 1884. — Sur quelques fossiles de la zone à *Ammonites souerbyi* des environs de Toulon. *B. S. G. F.* (3), XIII, pp. 12-44, 17 fig., pl. I-III.
- DOUVILLÉ (Robert), 1913. — Etude sur les Cosmocératidés. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 75 p., 34 fig., 24 pl.
- DUBAR (Gonzague), 1923. — Contribution à l'étude du Lias de la Feuille de Mézières. *Bull. Carte Géol. France*, XXVII, n° 152, pp. 1-42 (237-278), 9 fig.
- , 1925. — Etude sur le Lias des Pyrénées françaises. *Mém. Soc. Géol. Nord*, IX, Mém. 1, 332 p., 50 fig., 7 pl.
- , 1934. — Observations au sujet de *Gryphaea cymbium* LMK. et de *Gryphaea cymbula* LMK. *C. R. som. S. G. F.* (3), IV, p. 228, 3 décembre.
- DUFÉNOY (Guy-Armand) et ELIE DE BEAUMONT (A.-B.), 1848. — Explication de la Carte Géologique de la France. Vol. II, in-4°, xii + 813 p., 103 fig., Paris, Imprimerie Nationale.
- DUMORTIER (Eugène), 1864. — Etudes Paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône. 1^{re} partie, Infralias, 189 p., 30 pl., 1 vol. in-8°, Paris, Savvy.
- , 1867. — *Idem*. 2^e partie, Lias inférieure, 256 p., 50 pl.
- , 1869. — *Idem*. 3^e partie, Lias moyen, 331 p., 43 pl.
- , 1874. — *Idem*. 4^e partie, Lias supérieur, 339 p., 62 pl.
- EBRAY (Théophile), 1858-1872. — Etudes géologiques sur le département de la Nièvre. 1 vol. in-8°, 372 p., 23 pl. de coupes, Paris, Baillière.

- , 1861. — Stratigraphie du système oolithique inférieur du département du Cher. *B. S. G. F.* (2), XVIII, pp. 501-515, 1 tabl.
- EVRARD (A.), 1867. — Le plateau de Thoste et ses Minerais de Fer. 4 br. in-8°, 49 p., 3 pl. *Ext. Rev. Universelle Mines.*
- FALSAN (Albert) et LOCARD (Arnould), 1866. — Monographie géologique du Mont d'Or lyonnais et de ses dépendances. 1 vol. in-8°, 449 p., 5 tabl., 5 pl. (1 de fossiles), 1 carte, Paris, Savy.
- FAVRE (François), 1912. — Contribution à l'étude des *Oppelia* du Jurassique moyen. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXXVIII, 33 p., 18 fig., 1 pl., Genève.
- FERRY (H. de), 1860. — Mémoire sur le groupe oolithique inférieur des environs de Mâcon. *Mém. Soc. Linnéenne Normandie*, XII, 46 p., Caen.
- FUCINI (Alberto), 1901-1903. — Cephalopodi liassici del Monte di Cetona. *Paleontographia italica, Mem di Paleont.*, vol. VII, 1901, pp. 1-89, pl. I-XIV.
Vol. VIII, 1902, pp. 131-218 (91-78), pl. XII-XXVI (XV-XXIX).
Vol. IX, 1903, pp. 125-185 (179-240), pl. XIX-XXVII (XXX-XXXVIII).
Vol. X, 1904, pp. 275-298 (241-264), pl. XVIII-XXI (XXXIX-XLII).
Vol. XI, 1905, pp. 93-146 (263-318), pl. III-XI (XLIII-LI).
Rassemblés en 1 vol. in-4°, 318 p., 131 fig., 51 pl. de fossiles, Pise.
- FUTTERER (Karl), 1890. — Die Ammoniten des mittleren Lias von Oestringen. *Mitt. d. gross. bad. geol. Landesant.*, Bd. II, pp. 280-348, pl. VIII-XIII, Heidelberg.
- GARDET (Gustave), 1914. — Lias et Bajocien du S du plateau de Langres (feuille de Langres au 1/80.000°). *Bull. Carte Géol. Fr.*, XLV, n° 216, *C. R. Collab. Campagne 1913*, pp. 33-50, 4 fig.
- GAUTHIER (Henri), 1943. — Le Lias moyen du Mont d'Or lyonnais. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 42 p. dactylographiées, 6 pl. de coupes.
- GEMMELLARD (Gaetano Giorgio), 1884. — Su' Fossili degli Strati a *Terebratula Aspasia* della contrada « Rocche Rosse » presso Galati (Provincia di Messina). *Giorn. d. Sc. Nat. econ.*, Palermo, XVI (1883-1884), pp. 167-218, pl. I-VII de fossiles.
- GÉRARD (Ch.), 1937. — Note sur le genre d'Ammonites *Haplopleuroceras*. *B. S. G. F.* (5), VII, pp. 623-629, pl. XXX-XXXI.
- et GARDET (Gustave), 1938. — L'Hettangien et le Sinémurien inférieur moyen de Meurthe-et-Moselle. *B. S. G. F.* (5), VIII, pp. 529-581, pl. XXXI-XXXII.
- GEYER (Georges), 1886. — Über die Liasischen Cephalopoden des Hierlatz bei Hallstatt. *Abhandl. d. k. k. geol. Reichs.*, Bd. XII, n° 4, pp. 213-287, pl. I-IV, Wien.
- GIGNOUX (Maurice), 1950. — Géologie stratigraphique. 4^e édition, 1 vol. gr. in-8°, 735 p., 135 fig., Paris, Masson.
- GILLARD (Pierre-A.), 1938. — Contribution à l'étude du Lias de la feuille de Poitiers. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXXIX, n° 197, *C. R. Collab. Campagne 1937*, pp. 103-112 (269-276).
- , 1939. — Observations stratigraphiques sur le Toarcien supérieur du détroit de Poitiers. *B. S. G. F.*, (5), IX, pp. 599-609.
- , 1940 a. — Sur l'extension de la zone à *Brasilia (Lioceras) bradfordense* S. S. BUCKMAN dans le détroit de Poitiers. *C. R. som. S. G. F.* (5), X, pp. 73-75, 22 avril.
- , 1940 b. — Révision de la feuille de Niort au 1/80.000°. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XLII, n° 203, *C. R. Collab. Campagne 1939*, pp. 97-104.
- GILLET (Suzanne), 1923. — Révision de la feuille d'Avallon au 1/80.000°. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXVIII, n° 155, *C. R. Collab. Campagne 1923*, pp. 49-52.
- , 1924. — Révision de la feuille d'Avallon au 1/80.000°. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXIX, n° 158, *C. R. Collab. Campagne 1924*, pp. 25-28.
- , 1937. — Les Ammonites du Bajocien d'Alsace et de Lorraine. *Mém. Carte Géol. Alsace-Lorraine*, Mém. n° 5, viii + 130 p. 71 fig., 5 pl. doubles.
- GILLOT (Aug.), 1840. — Constitution géologique de la Nièvre. *Ann. Nièvre pour 1840*, pp. 107-113.
- GIRARDOT (Louis-Abel), 1890-1896. — Jurassique inférieur lédonien. Coupes des étages inférieurs du système jurassique dans les environs de Lons-le-Saunier, 1 vol. in-8°, xxviii + 897 p., 7 pl., 1 tabl., Lons-le-Saunier, Declume.
- GLANGEAUD (Ph.), 1895. — Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central. Contribution à l'histoire des mers jurassiques dans le bassin d'Aquitaine. Thèse et *Bull. Carte Géol. Fr.*, VIII, n° 80, pp. 4-261, 45 fig., 1 carte.
- GOLDFUSS (Aug.), 1862-1866. — Petrefacta Germaniae. Abbildungen und Beschreibungen der Petrefacten Deutschlands und der angrenzenden Länder (2^e édition). 1 vol. in-4°,

- iv + 234 + 298 + 120 + (repertorium iv + 122 p.), + Atlas in-folio 199 pl. + 2 gravures, Leipzig.
- GREPPIN (Ed.), 1898-1900. — Description des fossiles du Bajocien supérieur des environs de Bâle. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXV, 1898, pp. 1-52, pl. I-V; vol. XXVI, 1899, pp. 53-126, pl. VI-XII; vol. XXVII, 1900, pp. 127-210, pl. XIII-XX.
- GROSSOUE (A. de), 1885 a. — Sur l'Oolithe inférieure du bord méridional du Bassin de Paris. *B. S. G. F.* (3), XIII, pp. 335-441.
- , 1885 b. — Etudes sur les phosphates de chaux du Centre de la France. *Ann. Mines* (8), VII, mai-juin, pp. 361-429; tiré à part, pp. 5-71.
- 1886. — Etudes sur les gisements de minerai de fer du centre de la France. *Ann. Mines* (8), X, septembre-octobre, pp. 311-418, pl. V-VI.
- , 1888 a. — Compte rendu de l'excursion du 2 septembre aux environs de Saint-Amand. *B. S. G. F.* (3), XVI (C. R. Réunion extraordinaire dans l'Allier), pp. 1099-1103, 2 fig.
- , 1888 b. — Compte rendu de l'excursion du 3 septembre à la Côte de Meillant et aux Cottards, *ibid.*, pp. 1103-1106.
- , 1888 c. — Compte rendu de l'excursion du 4 septembre de Saint-Amand à Châteauneuf-sur-Cher, *ibid.*, pp. 1108-1125, 4 fig., pl. XXXVIII.
- , 1888 d. — Etudes sur l'étagé Bathonien. *B. S. G. F.* (3), XVI, pp. 366-404, pl. III-IV.
- , 1918. — Bajocien, Bathonien dans la Nièvre. I. Stratigraphie. II. Paléontologie, Céphalopodes. *B. S. G. F.* (4), XVIII, pp. 337-413, 456-489, 9 fig., pl. XIII-XV.
- , 1930. — Notes sur le Bathonien moyen. *Livre jubilaire Soc. Géol. Fr.*, II, pp. 361-388, 3 fig., pl. XXXIX-XL.
- GRÜNER (L.), 1837. — Description géologique et minéralogique du département de la Loire. 1 vol. in-8°, xvi + 778 p., 1 pl. (carte géol. color.), Paris, Imprimerie impériale.
- , 1873. — Compte rendu de la course à Charlieu (Réunion extraordinaire à Roanne). *B. S. G. F.* (3), I, pp. 469-474.
- GUILLAUME (Louis), 1941. — Contribution à la stratigraphie et à la tectonique du Lias dans la région de Thionville, le « Fossé de Thionville ». *B. S. G. F.* (5), XI, pp. 33-73, 3 fig.
- GUILLEROT DE NERVILLE, 1833. — Légende explicative de la carte géologique du département de la Côte-d'Or. 1 br. in-8°, 71 p., Paris, Imprimerie impériale.
- , 1862. — Sur le bone-bed de la Bourgogne. *B. S. G. F.* (2), XIX, pp. 687-690.
- HAAS (Hippolyt) et PETRI (Cam.), 1882-1888. — Die Brachiopoden der Juraformation von Elsass-Lothringen. *Abhandl. z. Spezialk. v. Els.-Loth.* 1882: Bd. II, Heft. II, pp. 161-320, 3 fig., 4 tabl., 17 pl.; 1888: Bd. IV, Heft. IV, pp. 1-267, 8 fig., 8 pl.
- HAUER (F. R.), 1836. — Über die Cephalopoden aus dem Lias der Nordöstlichen Alpen. 1 vol. in-4°. *Denkschriften der K. Akad. d. Wiss. mathem. nat. Cl.*, Bd. XI, 86 p., 6 tabl., 25 pl.
- HAUG (Emile), 1884. — Ammonites nouvelles ou peu connues du Lias supérieur. *B. S. G. F.* (3), XII, pp. 346-356, pl. XIII-XV.
- , 1885. — Beiträge zur einer Monographie der Ammonitengattung *Harpoceras*. *N. Jahrb. f. Mineral.*, Beilage-Bd. III, pp. 585-722, pl. XI-XII.
- , 1887. — Über die Polymorphidae, eine neue Ammonitenfamilie aus dem Lias. *N. Jahrb. f. Mineral.*, Bd. II, pp. 89-113, 8 fig., pl. IV-V.
- , 1891. — Les Chaînes subalpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes françaises. *Bull. Carte Géol. Fr.*, III, n° 21, 197 p., 20 fig., 4 pl.
- , 1892. — Etude sur les Ammonites des étages moyens du système jurassique. *B. S. G. F.* (3), XX, pp. 277-333, 14 fig., pl. VIII-X.
- , 1908-1911. — Traité de Géologie. 2 vol. in-8°, 2.024 p., 485 fig. 135 pl., Paris, A. Colin.
- HÉBERT (Edm.), 1836. — Observations sur les Gryphes du Lias et sur quelques espèces avec lesquelles elles ont été confondues. *B. S. G. F.* (2), XIII, pp. 213-220.
- HENRY (J.), 1875. — L'Infralias dans la Franche-Comté. *Mém. Soc. Emulation du Doubs* (4), X, pp. 287-476, 5 pl. (dont 4 de fossiles).
- HERBICH (Franz), 1878. — Das Szeklerland. 1 vol. in-8°, pp. 19-365, 28 pl., 1 carte (ext. *Mitt. d. Jahrb. d. Kön. Ungar. Géol. Anstalt.*, Bd. V), Budapest.
- HOFFMAN (Guido), 1913. — Stratigraphie und Ammonitenfauna des unteren Doggers in Sehnde bei Hannover. 1 vol. in-4°, vi + 202 p., 18 pl. Schweizerbarth, Stuttgart.
- HORN (Erich), 1908. — Die Harpoceraten des Murchisonæ-schichten des Donau-Rhein Zuges. *Mitt. d. Bad. geol. Landesanstalt.*, Bd. VI, pp. 251-323, pl. IX-XVI, 16 fig.
- HUG (Otto), 1899. — Beiträge zur Kenntnis der Lias und Dogger-ammoniten aus der Zone der freiburger Alpen. II. Die Unter- und Mittellias-Ammoniten-Fauna von Blumensteinall-

- mend und Langeneckgrat am Stockhorn. *Mem. Soc. Pal. Suisse*, XXVI, 39 p., pl. VII-XII.
- HYATT (Alpheus), 1889. — Genesis of the Arctidae. 1 vol. in-4°, 238 p., 35 fig., 6 tabl., 14 pl., Washington, Smithsonian Institution.
- JANESCH (Werner), 1902. — Die Jurensisschichten des Elsass. *Abhandl. z. geol. Spezialk. v. Els-Loth.*, N. F. Heft 5, 151 p., 13 fig., 12 pl.
- JAVORSKI (Erick), 1931. — Über *Amioceras geometricum* OPEL 1856 und verwand Spezies nebst einem Anhang über *Ammonites natrix* v. SCHLOTL 1820. *N. Jahrb. f. Mineral.*, Beilage-Bd. 63, Abt. B, pp. 83-140, 4 fig., pl. II-VI.
- JOLY (Henry), 1908. — Etudes géologiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la bordure NE du Bassin de Paris. Thèse. 1 vol. in-4°, viii + 468 p., 44 fig., 12 pl., Nancy, Barbier.
- JOLY (Joseph), 1937. — Etudes sur la bordure jurassique du versant occidental du Massif de la Serre (Jura). *Bull. Sc. Bourgogne*, VII, pp. 153-166, 1 carte, coupes.
- , 1946-1947. — A propos de la zone à « *Ammonites murchisonæ* » dans l'Auxois. *Bull. Sc. Bourgogne*, XI, n° spécial, pp. 15-17.
- LANGE (Werner), 1925. — Zur Paläogeographie und Ammonitenfauna des Lias nebst einer revision der nürtinger psilonotenfauna. *Zeit. d. Deutsch. Geol. Gesell.* Bd. 77, Abhandl. 4, pp. 439-528, 8 fig., pl. XVIII-XXI.
- LANQUINE (Antonin), 1929. — Le Lias et le Jurassique des chaînes provençales. Recherches stratigraphiques et paléontologiques. I. Le Lias et le Jurassique inférieur. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXXII, n° 173, 385 p., 16 fig., 1 tabl. 12 pl. de fossiles + pl. A-H de photographies.
- LAPADU-HARGUES (P.), 1947. — Les Massifs de la Margéride et du Mont Lozère et leurs bordures. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XLVI, n° 222, 153 p., 23 fig., 1 carte, 5 pl.
- LAPPARENT (Jacques de), 1923. — Leçons de Pétrographie. 1 vol. in-8°, XIX, 501 p., 120 fig., 28 pl., Paris, Masson.
- LAPPARENT (Albert-F. de), 1946. — Excursions géologiques dans le Bassin de Paris 2^e série : Ile de France tertiaire, auréoles crétacées et jurassiques. 1 vol. in-8°, 167 p., 39 fig., 2 pl., Paris, Hermann.
- LASNE (Henri), 1888. — Contribution à l'étude géologique du département de l'Indre. *Ann. Sc. géol.*, XX, nos 1-2, 74 p., 8 coupes, 1 carte.
- LAUNAY (Louis de), 1895-1896. — Etudes sur le Plateau Central. II. Le massif de Saint-Saulge et ses relations avec le terrain houiller de Decize. *Bull. Carte Géol. France*, VII, n° 46, pp. 1-24 (183-206), 14 fig., 4 pl.
- LAURENT (A.), 1926. — Sur un faciès gréseux du Sinémurien observé à Saint-Jean-des-Vignes (Rhône). *Ann. Soc. Linn. Lyon*, N. S., t. 73, pp. 37-38 (Années 1927-1928).
- LEFORT (Félix), 1883. — Observations géologiques sur les failles du département de la Nièvre. 1 br. gr. in-8°, 44 p., 14 pl. de coupes, 1 carte, Nevers, Mazon frères.
- , 1896. — Failles et Géogénie d'après des observations et des découvertes faites dans le Nivernais. 1 vol. in-4°, 239 p., 99 fig., 1 tabl., 5 profils, 1 carte en couleur, Clermont-Ferrand, Malleval.
- LEMOINE (Paul), 1911. — Géologie du Bassin de Paris. 1 vol. gr. in-8°, ii + 408 p., 136 fig., 9 pl., Paris, Hermann.
- LEVERRIER, 1890. — Notes sur les formations géologiques du Forez et du Roannais. *Bull. Carte Géol. Fr.*, II, n° 13, pp. 4-68 (187-254), fig., pl. I-IV.
- LEYMERIE et RAULIN, 1858. — Statistique géologique du département de l'Yonne. 1 vol. in-8°, xvi + 864 p., 4 pl., 3 tabl., Auxerre.
- LISSAJOUS (Marcel), 1901-1906. — Toarcien des environs de Mâcon. *Bull. Soc. Hist. Nat. Mâcon*, 2^e vol., pp. 63-67, 187-216, 239-273, pl. I-VI (rassemblé avec de légères différences en 1 br. in-8°, 56 p., 6 pl., Mâcon, Protat, 1906).
- , 1905. — Bajocien et Bathonien des environs de Mâcon. *B. S. G. F.* (1), V, pp. 688-698.
- , 1912 a. — Jurassique mâconnais. Fossiles caractéristiques. 1 vol. in-8°, 208 p., 19 pl., Mâcon, Protat. *Ext. Bull. Soc. Hist. Nat. Mâcon*, III, nos 3-16, 1907-1911.
- , 1912 b. — Sur une coupe du Lias moyen et supérieur dans le Mâconnais. 1 br. in-8°, 8 p., 2 fig., Mâcon, Protat.
- , 1923. — Etude sur la faune du Bathonien des environs de Mâcon. *Trav. Lab. Géol. Lyon. Mém.* 3, fasc. III et V, 286 p., 26 fig., 1 tabl., 33 pl.
- , 1925. — Répertoire alphabétique des Bélemnites jurassiques, précédé d'un essai de

- classification (Notes posthumes coordonnées par F. ROMAN). *Trav. Lab. Géol. Lyon*, Mém. 7, fasc. VIII, 175 p., 23 fig., 1 pl.
- , 1927. — Description de quelques nouvelles espèces de Bélemnites jurassiques (Notes posthumes coordonnées par F. ROMAN). *Trav. Lab. Géol. Lyon*, Mém. 7, fasc. X, supplément, 42 p., 4 pl.
- LUCAS (Gabriel), 1942. — Description géologique et pétrographique des Monts de Ghar Rouban et du Sidi-el-Abed (frontière algéro-marocaine). Thèse et *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2^e série. Stratigraphie. Description régionale n° 16, 339 p., 131 fig., Atlas, 34 pl. (photos, microphotos, schémas et 1 carte structurale).
- MANÉS (W.), 1847. — Statistique géologique et minéralogique du département de la Saône-et-Loire. 1 vol. in-8°, 242 p., Mâcon.
- MARTIN (Jules), 1859 a. — Notice paléontologique et stratigraphique établissant une concordance inobservable jusqu'ici entre l'animalisation du Lias inférieur proprement dit et celle des grès d'Hettange et de Luxembourg. *B. S. G. F.* (2), XVI, pp. 267-287.
- , 1859 b. — Paléontologie stratigraphique de l'Infralias du département de la Côte-d'Or. *Mém. Soc. Géol. Fr.* (2), VII, 101 p., 8 pl. (publié en 1863).
- , 1863. — De la zone à *Avicula contorta* et du Bone-bed de la Côte-d'Or. *Mém. Acad. Sc. Arts et Belles Lettres Dijon*, XI, 79 p. (143-191).
- , 1865. — Zone à *Avicula contorta* ou Etage Rhœtien. Etat de la question. 1 vol. in-8°, 292 p., 3 pl., Paris, Savy. *Ext. Mém. Acad. Sc. Arts et Belles Lettres Dijon*, XII.
- MARZLOFF (Denise), DARESTE (Jacques) et MORET (Léon), 1936. — Etude sur la faune du Bajocien supérieur du Mont d'Or lyonnais (fin) : Gastéropodes, Lamellibranches, Brachiopodes, Echinodermes, Anthozoaires, Spongiaires. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XI, Mém. 9, pp. 56-147, fig. 9-16, pl. VIII-XIII.
- MAUBEUGE (Pierre-Louis), 1943. — Sur la stratigraphie du sommet de l'Aalénien ferrugineux et de la base du Bajocien dans le bassin de Nancy (Note préliminaire). *B. S. G. F.* (3), XV, pp. 405-410.
- , 1946 a. — Sur le prolongement du gisement de minerai de fer oolithique toarcien (Aalénien ferrugineux et Yéovilien supérieur) du Sud de la région de Sion (M.-et-M.) au Nord du Bassin de Langres (Haute-Marne). *Bull. Soc. Sc. Nancy*, n° 9, pp. 15-18.
- , 1946 b. — Données stratigraphiques nouvelles sur l'Aalénien ferrugineux (Yéovilien supérieur) de Lorraine et en particulier dans le bassin de Nancy. *B. S. G. F.* (3), VI, pp. 477-484, pl. XII de fossiles.
- , 1947 a. — Quelques données stratigraphiques sur le Lias de la Haute-Marne, des Vosges et du Sud de la Meurthe-et-Moselle (Note préliminaire). *Bull. Soc. Sc. Nancy*, n° 4, pp. 103-108.
- , 1947 b. — Sur quelques Ammonites de l'Aalénien ferrugineux du Luxembourg et sur l'échelle stratigraphique de la formation ferrifère franco-belgo-luxembourgeoise. *Arch. Inst. Grand-Ducal Luxembourg, Section Sc. Nat. Phys. Mth.*, XVII, nouvelle série, pp. 73-87, 2 pl. d'Ammonites dans le texte.
- , 1948. — Sur un nouvel horizon paléontologique du Lias supérieur et le contact du Lias moyen et supérieur dans l'Est de la France (Note préliminaire). *B. S. G. F.* (3), XVIII, pp. 58-68, 1 fig.
- , 1949 a. — Le Lotharingien en Lorraine centrale. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 31 janvier, t. 228, n° 5, pp. 411-413.
- , 1949 b. — Paléogéographie du bassin ferrifère lorrain. 1 br., 6 p., 1 tabl., 1 fig. *Ext. Bull. Techn. Mines Fer France*, 2^e trim., n° 13.
- MENECHINI (J.), 1867. — Monographie des Fossiles appartenant au calcaire rouge ammonitique de Lombardie et de l'Apennin de l'Italie centrale. *Paléont. Lombarde* de Stoppani (4), 112 p., 31 pl. + Appendice (Fossiles du Medolo), 40 p., 7 pl.
- MERLA (G.), 1932. — Ammoniti giuresi dell'Appennino centrale. I. *Hildoceratan. Palaeontographia italica*, XXXIII (N. S., vol. III), pp. 1-54, tabl. I-VIII.
- MICHEL-LÉVY (Abb.), 1908. — Les terrains primaires du Morvan et de la Loire. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XVIII, n° 120, pp. 1-297 (193-489), 51 fig., 7 pl.
- MINOIX (Georges). — Le Trias et le Lias des environs de Mirecourt (Vosges). *B. S. G. F.*, (3), IV, pp. 17-33, 3 fig.
- MONESTIER (Joseph), 1913. — Sur la stratigraphie paléontologique de la zone à *Amaltheus margaritatus* dans la région SE de l'Aveyron. *B. S. G. F.* (4), XIII, pp. 5-13, 2 fig.
- , 1920. — Le Toarcien supérieur dans la région SE de l'Aveyron. *B. S. G. F.* (4), XX, pp. 280-312.

- , 1921 a. — Sur la stratigraphie paléontologique du Toarcien inférieur et du Toarcien moyen dans la région SE de l'Aveyron. *B. S. G. F.* (4), XXI, pp. 322-344.
- , 1921 b. — Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien supérieur du SE de l'Aveyron. *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléontol.*, XXIII, Fasc. 2, Mém. 54, pp. 1-44, pl. I-IV.
- , 1928. — Recherches sur le polymorphisme et la phylogénie des Amalthéidés domériens (d'après les matériaux aveyronnais). 1 br. in-8°, 32 p., 8 pl., Rodez, Carrère. Ext. *Mém. Soc. Lettres Sc. et Arts de l'Aveyron*, t. XXII.
- , 1931. — Ammonites rares ou peu connues et Ammonites nouvelles du Toarcien moyen de la région de l'Aveyron. *Mém. Soc. Géol. Fr. N. S.*, VII, Fasc. I, Mém. 15, pp. 1-79, pl. I-IX.
- , 1934. — Ammonites du Domérien de la région SE de l'Aveyron et de quelques régions de la Lozère à l'exclusion des Amalthéidés *Mém. Soc. Géol. Fr. N. S.*, X, Fasc. 3, Mém. 23, pp. 1-102, pl. I-XI.
- MORET (Léon) et MANQUAT (Georges), 1949. — Sur la stratigraphie du Lias inférieur aux environs de Grenoble (Isère). *C. R. Ac. Sc. Paris*, 3 janvier, t. 228, n° 1, pp. 110-111.
- MOUTERDE (René), 1939. — Observations sur le Jurassique inférieur des environs de Paray-le-Monial. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 62 p., qq. fig., 1 carte.
- , 1942. — Observations préliminaires sur les terrains secondaires des environs de Paray-le-Monial (S.-et-L.). *C. R. som. S. G. F.* (5), XII, pp. 122-123, 15 juin.
- , 1946. — Une coupe du Lias moyen au Nord d'Avallon. *C. R. som. S. G. F.* (5), XVI, pp. 323-327, 16 décembre.
- , 1947. — Le Lias moyen de San Pedro de Muel (Portugal). *C. R. som. S. G. F.* (5), XVII, pp. 137-139, 21 avril.
- , 1948. — Le Lias inférieur à l'Ouest de La Châtre (Indre). *B. S. G. F.* (5), XVIII, pp. 241-243, 1 fig.
- , 1949 a. — Le calcaire à Entroques en bordure du Morvan. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 228, pp. 1139-1141, 23 mars.
- , 1949 b. — Le Pliensbachien autour du Morvan. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 228, pp. 2041-2043, 1 fig., 27 juin.
- et ROSSET (Jean), 1948. — Le Lias de Saint-Quentin-Fallavier (Isère). *C. R. som. S. G. F.* (5), XVIII, pp. 172-174, 10 mai.
- et RICOUR (Jean), 1949. — Age de la transgression secondaire et nouveaux gisements à plantes de la base du Lias dans le département de l'Indre. *C. R. som. S. G. F.* (5), XIX, pp. 266-268, 27 juin.
- MULLER (S. W.), 1941. — Standard of the jurassic system. *Bull. Geol. Soc. Amer.* LH, n° 9, pp. 1427-1444, 2 tabl.
- NICOLESKO (C. P.), 1928. — Etude monographique du genre *Parkinsonia*. *Mém. Soc. Géol. Fr. N. S.*, IV, fasc. 2 et V, fasc. 1, Mém. 9, pp. 1-84, 16 pl. (pl. VI-XV-+I-VI).
- OPPEL (Albert), 1853. — Der Mittlere Lias Schwabens. 1 vol. in-8°, 92 p., 4 pl., ext. *Württ. Naturwiss.*, Stuttgart.
- , 1836-1838. — Die Jura formation England, Frankreichs und des Südwestlichen Deutschlands. nach. ihren einzelnen Gliedern eingetheilt und verglichen. 1 vol. in-8°, 887 p., 1 carte, ext. *Württ. naturwiss. Jahresh.*, XII-XIV, Stuttgart.
- , 1862. — Über jurassische Cephalopoden. *Paleontol. Mitt. Museum Koenigl. Bayer. Staates*, I, pp. 127-266, pl. 40-50, Stuttgart.
- ORBIGNY (Alcide d'), 1842. — Paléontologie française. Terrains oolithiques ou jurassiques. I. Céphalopodes. 1 vol., 642 p., 234 pl., Paris.
- , 1830-1832. — Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux Mollusques et Rayonnés faisant suite au cours de paléontologie et de géologie stratigraphique. 3 vol. in-8°, LX + 394 + 428 + 196 + 190 (tables) p., Paris, Masson.
- (ORBIGNY d'), 1906-1923. — Types du Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle (publié sous la direction de M. BOULE). Silurien-Bathonien. 1 vol., 203 p., 21 fig., 34 pl. Ext. *Ann. Paléont.*, I-XII.
- PALEONTOLOGIA UNIVERSALIS, 1903-1912. — 257 fiches paléontologiques, 298 planches réparties en 4 séries, rédigées par de nombreux collaborateurs (secrétaire : Oehlert, puis Couffon) (inachevé).
- PARONA (C. F.), 1896. — Contribuzione alla conoscenza delle Ammoniti liasiche di Lombardia. I. Ammoniti del Lias inferiore del Saltrio. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, XXIII, 45 p., 8 pl.

- PAYARD (J.-M.), 1947. — La faune de Foraminifères du Lias supérieur du Déroit Poitevin. 1 vol. in-8°, 235 p., 7 pl., 1 tabl., Poitiers, Imp. l'Union.
- PELLAT (Edm.), 1858. — Renseignements sur le Lias des environs d'Autun. *B. S. G. F.*, (2), XVI, pp. 166-168.
- , 1861. — Communication (sans titre) à la séance du 17 juin. *B. S. G. F.* (2), XVIII, pp. 676-677.
- , 1863. — La zone à *Avicula contorta* et le Bone-Bed (étage Rhétien) au SE d'Autun, dans les environs de Couches-les-Mines (S.-et-L.). Leur relation avec les couches qui les précèdent et celles qui les suivent. *B. S. G. F.* (2), XXII, pp. 546-563.
- , 1867 a. — Lias inférieur de Borgy, Oolithe inférieure et grande Oolithe de Santenay (Réunion extraordinaire à Chalon-sur-S. et Autun). *B. S. G. F.* (3), IV, pp. 700-703.
- , 1867 b. — Zone à *Avicula contorta*, Infralias et Lias inférieur (étages rhétien, hettanien et sinémurien) de Mazenay. Lias moyen et Lias supérieur (étages liasien et toarcien) de Rome-Château (S.-et-L.). Lias et calcaire à Entroques de Nolay (Côte-d'Or) (Réunion extraordinaire à Chalon-sur-S. et Autun). *B. S. G. F.* (3), IV, pp. 705-718, 2 fig., pl. XXI.
- , 1867 c. — Compte rendu de l'excursion du 30 août à Auxy, La Coudre, Antully et Drevin (Réunion extraordinaire à Chalon-sur-S. et Autun). *B. S. G. F.* (3), IV, pp. 738-748, pl. XXI.
- PELLETIER (Marcel), 1950. — L'âge des calcaires à Entroques et des calcaires à Polypiers du Bajocien dans le Jura méridional. *C. R. som. S. G. F.* (5), XX, pp. 293-295, 18 décembre.
- PÉRON (A.), 1909. — L'Oolithe ferrugineuse du Bajocien dans l'Yonne et autour du Morvan. *Bull. Soc. Sc. Yonne*, 2^e semestre, pp. 209-252.
- PIROUTET (Maurice), 1919. — Sur la succession des horizons d'Ammonites du Toarcien et de l'Aalénien des environs de Salins (Jura). *B. S. G. F.* (4), XIX, pp. 15-22.
- POMPECKI (J. F.), 1893-1896. — Beiträge zur einer Revision der Ammoniten des Schwäbischen Jura. Lieferung 1, I. *Phylloceras*, II. *Psiloceras*, III. *Schlothemia*. *Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Wurt.*, 49^e année, pp. 131-248, 23 fig., pl. II-VII.
- , 1896. — Lieferung 2, IV. *Lytoceras*, V. *Ectocentrites*. *Ibid.* 52^e année, pp. 277-362, fig. 24-37, pl. III-VII.
- PRUVOST (Pierre), 1928. — Le sondage de Ferrières-en-Bray. *Ann. Office Nat. Combustibles liquides*, 3^e année, 3^e livraison, pp. 429-437, 6 fig.
- QUENSTEDT (Friedr. Aug.), 1846-1849. — Petrefactenkunde Deutschlands. 1 vol. Abt. 1, Bd. 1, Cephalopoden. 1 vol. in-8°, iv + 581 p. + Atlas zu den Cephalopoden, in-folio, 36 pl., Tübingen.
- , 1858. — Der Jura. 1 vol. in-8°, vi + 842 p., 42 fig., 100 pl., 3 tabl., Tübingen.
- , 1871. — Petrefactenkunde Deutschlands. Abt. 1, Bd. 2, die Brachiopoden. 1 vol. in-8°, iv + 748 p. + Atlas zu den Brachiopoden, 23 pl. (37-61), Leipzig.
- , 1883-1888. — Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. 3 vol. in-8°, 1140 p. + Atlas in-folio, 126 pl., Stuttgart.
- RAU (Karl), 1905. — Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens mit Ausschluss der Spiriferinen. *Geol. u. Paleont. Abhandl., N. F.*, Bd. VI, Heft 3, pp. 263-333, 4 pl., 3 fig.
- REY (Josette), 1950. — Révision de la faune du Domérien du Mont d'Or lyonnais. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 76 p. dactylographiées, 4 pl., 1 tabl.
- REYNÈS (Pierre), 1867. — Monographie des Ammonites. 1^{re} partie, Lias. 1 vol. in-8°, 4 + 7 + XXIV + 72 p. (inachevé), Atlas in-folio, 50 pl. (Am. Lias inf.) + 8 pl. (Am. Lias sup.).
- , 1868. — Essai de géologie et de paléontologie aveyronnaises. 1 vol. in-8°, 109 p., 7 pl., Paris, Baillière.
- RIAZ (A. de), 1906. — Note sur le Toarcien de la région lyonnaise et de Saint-Romain-au-Mont-d'Or en particulier. *B. S. G. F.* (4), VI, pp. 607-625.
- RIAZ (A. de), RICHE (Att.) et ROMAN (Fréd.), 1913. — Le minerai de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise. *B. S. G. F.* (4), XIII, pp. 76-116, 4 fig.
- RICHE (Attale), 1893. — Etude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional. Thèse et *Ann. Univ. Lyon*, t. VI, 3^e fasc., 296 p., 40 fig., 2 pl. de fossiles, 1 tabl.
- , 1894. — Esquisse de la partie inférieure des Terrains jurassiques du département de l'Ain. *Ann. Soc. Linn. Lyon*, XLI, 103 p.
- , 1904. — Etude stratigraphique et paléontologique sur la zone à *Lioceras concavum* du Mont d'Or lyonnais. *Ann. Univ. Lyon*, N. S., I. Sciences-Médecine, fasc. 14, 221 p., 7 fig., 11 pl. (A-C coupes et photos + I-VIII, fossiles).

- , 1912. — Révision de la feuille de Lyon au 1/80.000^e. *Bull. Carte Géol. Fr.*, XXII, n° 133, *C. R. Collab. Campagne* 1912, pp. 134-138.
- , 1923. — Bajocien et Bathonien dans le Mâconnais et le Jura méridional. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. V, Mém. 3, append., pp. 261-274, pl. A.
- ROCHÉ (Pierre), 1939. — Aalénien et Bajocien du Mâconnais et de quelques régions voisines. Thèse et *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XXXV, Mém. 29, 355 p., 12 fig., 13 pl.
- , 1943. — Sur les couches dites à *Ammonites blagdeni* du Mont d'Or lyonnais. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XXXVI, Mém. 30, 35 p., 1 fig., 2 pl.
- ROLLIER (Louis), 1913-1920. — Synopsis des Spirobranches (Brachiopodes) jurassiques celtosouabes. I. Lingulidés-Spiriferidés. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, 1913-1916, XLI, pp. 1-69.
- II. Rhynchonellidés. *Ibid.* 1917, XLII, pp. 73-184.
- III. Térébratulidés. *Ibid.* 1918, XLIII, pp. 187-275.
- IV. Zeilléridés-Répertoires. *Ibid.* 1920, XLIV, pp. 279-422.
- , 1917. — Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires (mésozoïques) du Jura et des contrées environnantes. I. 6^e partie. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, vol. XLII, pp. 503-696 + 1-xx (tables), fig. A-H, pl. 33-40.
- ROMAN (Fréd.), 1913. — Etudes sur la Faune de Céphalopodes de l'Aalénien supérieur de la vallée du Rhône (zone à *Ludwigia concava*). *Ann. Soc. Linn. Lyon*, LX, pp. 45-70, 4 pl.
- , 1926. — Géologie lyonnaise. 1 vol. in-8°, 356 p., 56 fig., Presses Universitaires de France.
- , 1935. — La faune des Minerais de fer des environs de Privas. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, XXVII, Mém. 23, 52 p., 8 pl., 5 fig.
- , 1938. — Les Ammonites jurassiques et crétacées. Essai de Genera. 1 vol. in-4°, 534 p., 53 pl., Paris, Masson.
- , 1950. — Le Bas-Vivarais (ouvrage posthume). 1 vol. in-8°, 150 p., 33 fig., Paris, Hermann.
- , et BOYER (P.), 1923. — Sur quelques Ammonites de la zone à *Ludwigia munchisonae* du Lyonnais. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. IV, Mém. 4, 47 p., 31 fig., 9 pl.
- et GENNEVAUX (Maurice), 1912. — Etude sur les terrains jurassiques de la région du Pic Saint-Loup (Hérault). I. Jurassique inférieur et moyen. 1 vol., 101 p., 12 fig., 8 pl., Montpellier, Valat.
- et PÉTOURAUD (Ch.), 1927. — Etude sur la faune du Bajocien supérieur du Mont d'Or lyonnais (Ciret). I. Céphalopodes. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XI, Mém. 9, 55 p., 8 fig., 7 pl.
- ROQUEFORT (Camille), 1932. — Le Lias et le Jurassique de la région de Bédarieux (Hérault). 1 br., 18 p., ext. *Bull. Soc. Et. Sc. Nat. de Béziers* 36^e vol.
- , 1934. — Contribution à l'étude de l'Infralias et du Lias inférieur des Causses cévenols. *B. S. G. F.* (3), IV, pp. 373-394, 1 coupe.
- , 1935. — Monographie du Lias et du Jurassique de la région de Fouzilhon (Hérault). *Bull. Soc. Et. Sc. Nat. de Béziers*, vol. 39, pp. 66-84.
- et DAGUIN (Fernand), 1929. — Le Lias moyen et supérieur du versant S du Causse de Larzac. Etude d'une faune de l'Aalénien inférieur. *B. S. G. F.* (4), XXIX, pp. 251-262, 1 fig., pl. XXII-XXIII.
- ROSEMBERG (Paul), 1909. — Die Liasische Cephalopodenfauna der Kratz Alpe im Hagengebirge. *Beitr. z. geol. u. pal. Oesterr.-Ung. Oriens* XXII, pp. 193-348, 1 fig., pl. X-XVII.
- ROSSET (Jean), 1947. — Etude sur le Jurassique de Saint-Quentin-Fallavier (Isère). *Dipl. Et. sup. Lyon*, 81 p. dactylographiées, 8 pl., 1 tabl.
- ROZET, 1840. — Mémoire géologique sur la masse de Montagnes qui séparent le cours de la Loire de ceux du Rhône et de la Saône. *Mém. Soc. Géol. Fr.* (1), IV, Mém. 2, pp. 53-152, pl. V, carte, pl. VI-VII coupes.
- RUSO (Phil.), 1948. — Accidents d'étiement dans le massif granitique de Saint-Bonnet-de-Joux (Saône-et-Loire). *C. R. som. S. G. F.*, 6 décembre (3), XVIII, pp. 336-338, 2 fig.
- SACCO (Fred), 1897. — Molluschi de Terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte XXIV (Pectinidae), 1 vol. in-4°, 116 p., 21 pl., Torino.
- SAINT-SEINE (P. de), 1949. — Sur la présence d'un Pycnodontidé dans le Lias inférieur du Cher. *C. R. som. S. G. F.*, 21 novembre (3), XIX, pp. 334-335, 1 fig.
- SCHLIPPE (Oskar), 1888. — Die fauna des Bathonien im Oberrheinischen Tieflande. *Abhandl. z. geol. Spezialk. v. Els.-Loth.*, Bd. IV, Heft 4, 266 p., 8 pl.
- SCHLÖNBACH (U.), 1864. — Beiträge zur Paläontologie der Jura und Kreide-Formation im NW Deutschland. I. Über neue und weniger bekannte jurassische Ammoniten. *Paläontographica*, Bd. XIII, pp. 147-192, pl. 26-31.

- SCHMIDT (Ernst Wilhelm), 1914. — Die Arieten des unteren Lias von Harzburg. *Palaeontographica*. Bd. LXI, pp. 1-40, 3 fig., pl. I-VII + A-D.
- SCHMIDTILL (W. E.) und KRUMBECK (L.), 1930. — Über die Parkinsonien schichten Nordbayern mit besondere Berücksichtigung der Parkinsonien Schichten Nordwest deutschlands. *Jahrb. preuss. geol. Landesanst.*, Bd. LI, 2^e partie, pp. 849-894, pl. 82-91.
- SCHNEIDER (N.), 1927. — Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aalénien de Gundershoffen (Bas-Rhin). *Mém. Carte géol. Alsace-Lorraine*, n° 3, 132 p., 3 fig., 1 tabl., 5 pl.
- SCHOFFLER (J.), 1941. — Les sondages aux gaz de Vaux-en-Bugey. *Ann. Mines*, 13^e série, XVIII, pp. 203-252.
- SEMIADZKI (Jos.), 1899. — Monographische Beschreibung der Ammonitengattung *Perisphinctes*. *Palaeontographica*, Bd. XLV, pp. 69-332, 83 fig., pl. XX-XXVII.
- SOULIER (Suzanne), 1930. — Contribution à l'étude de la faune du Domérien supérieur du Mont d'Or lyonnais. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 57 p. dactylographiées, 2 cartes, 1 tabl.
- SOWERBY (James) and SOWERBY (J. de C.), 1812-1846. — The Mineral Conchology of Great Britain, 7 vol.; vol. I-IV (pars) pp. 234 + 251 + 194 + 148, pl. 1-337 (1812-1822) par J. SOWERBY; vol. IV (pars)-vol. VII, pp. 112+168+230+80, pl. 338-648 (1822-1846) par J. de C. SOWERBY, London.
- (SOWERBY), 1908. — Illustrations of the type specimens of Inferior Oolite Ammonites in the Sowerby collection. *Paleontog. Society*, XLII, 7 pl.
- SPATH (L. F.), 1923. — The Shales with « Beef ». *Quat. Journ. Geol. Soc.*, LXXIX, pp. 66-88, 1 tabl.
- , 1924. — The Ammonites of the Blue Lias. *Proc. Geol. Assoc.*, XXXV, pp. 186-194, fig. 12-13, pl. 18.
- , 1925-1926. — Notes on Yorkshire Ammonites.
- I. On the genus *Oxynticeras* HYATT, *Naturalist*, 1925, pp. 107-112.
- II. On a *Deroceratid*, *Ibid.*, 1925, pp. 137-141.
- III. On the « *Armatus* Zone », *Ibid.*, 1925, pp. 167-172.
- IV. On Some *Schlotheimidae*, *Ibid.*, 1925, pp. 201-206.
- V. *Arietites*, *Asteroceras*, and allied Genera, *Ibid.*, 1925, pp. 263-269.
- VI. On *Ammonites planicosta* J. Sow., *Ibid.*, 1925, pp. 299-306.
- VII. On *Ammonites semicostatus* Y. and B., *ibid.*, 1925, pp. 327-331.
- VIII. More Lower Liassic Forms, *Ibid.*, 1925, pp. 359-364; 1926, pp. 45-49, 137-140, 169-171.
- IX. On recent Cisticisms, *Ibid.*, 1926, pp. 265-268, 16 fig.
- SPATH (L. F.), 1926. — Ammonites from the Black Marl of the black Ven and Stonebarrow. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXXII, pt. 2, pp. 165-179, 3 fig., pl. IX-XI.
- , 1928. — The Ammonites from the Belemnites Marls. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LXXXIV, pt. 2, pp. 222-232, fig. 4, pl. XVI-XVII.
- , 1936. — On Bajocian Ammonites and Belemnites from Eastern Persia (Iran). *Paleontologia Indica*, N. S., vol. XXII, Mém. n° 3, 21 p., 1 pl.
- , 1938. — A Catalogue of the Ammonites of the Liassic Family Liparoceratidae. 1 vol. in-4°, 191 p., 17 fig., 26 pl., London.
- , 1942. — The Ammonites zones of the Lias. *Geol. Mag.*, LXXIX, pp. 264-268.
- , 1944. — Problems of Ammonite Nomenclature IX. The Genus *Stephanoceras* WAGNER and some allied Genera. *Geol. Mag.*, LXXXI, pp. 230-234.
- TATE (R.) and BLAKE (J. F.), 1876. — The Yorkshire Lias. 1 vol. in-8°, ix+473+xxi p., 8 fig., 2 pl. coupes (non numérotées), 19 pl. fossiles, London.
- TERQUEM (Oly), 1855 a. — Paléontologie de l'étage inférieur de la formation liasique de la province de Luxembourg, Grand-Duché (Hollande) et de Hettange (Moselle). *Mém. Soc. Géol. Fr.* (2), V., Mém. 3, pp. 219-343, pl. XII-XXVI.
- , 1855 b. — Observations sur les Gryphées du département de la Moselle. 1 br. in-8°, 12 p., 1 pl., Metz. *Ext. Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle*.
- , 1864. — Stratigraphie des environs de Semur. in Quatrième Mémoire sur les Foraminifères du Lias contenant les Polymorphines des départements de la Moselle, de la Côte-d'Or et de l'Indre. 1 vol. in-8°, Metz, pp. 241-289.
- , 1866. — Stratigraphie des environs de Nohant près de La Châtre (Indre) (selon M. Maurice Sand). in Cinquième Mémoire sur les Foraminifères du Lias des départements de la Moselle de la Côte-d'Or et de l'Indre. 1 vol. in-8°, Metz, pp. 323-396.
- et PIETTE (E.), 1868. — Le Lias inférieur de l'Est de la France (Meurthe, Moselle, Grand-Duché de Luxembourg, Belgique et Meuse). *Mém. Soc. Géol. Fr.* (2), VII, Mém. 1, 175 p., 18 pl.

- THÉVENIN (Arm.), 1903. — Etude géologique sur la bordure SW du Massif Central. Thèse et *Bull. Carte Géol. Fr.*, XIV, n° 95, pp. 1-202 (353-554), 51 fig., 6 pl.
- THIÉRY (Paul), 1907. — Note sur l'Infralias de Provençhère-sur-Meuse. *Stratigraphie*. 4 br., pp. 3-5, pl. I-II. Chaumont.
- THORAL (Marcel), 1927. — Contribution à l'étude des dépôts du Jurassique inférieur des Environs de Charlieu. *Dipl. Et. Sup. Lyon*, 117 p. dactylographiées, 3 pl., 1 carte.
- , 1929. — Note préliminaire sur la stratigraphie des terrains secondaires des environs de Charlieu (Loire) (feuille de Roanne). *C. R. som. S. G. F.* (4), XXIX, pp. 134-136, 27 mai.
- , 1943 a. — Sur un nouveau sondage dans l'Est lyonnais. *C. R. som. S. G. F.* (5)₄, XV, pp. 105-107, 23 avril.
- , 1943 b. — Le Domérien du Mont d'Or lyonnais s. l. *C. R. som. S. G. F.* (5), XV, pp. 152-154, 18 juin.
- TRUEMAN (A. E.) and WILLIAM (Daisy), 1925. — Studies in the Ammonites of the family Echiceratidae. *Trans. Roy. Soc. Edimbourg*, LIII, n° 34, pp. 699-739, 15 fig., pl. I-IV.
- VACEK (M.), 1886. — Über die Fauna der Oolithe von Cap S. Vigilio. *Abhandh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt*, Bd. XII, pp. 57-212, 3 fig., 20 pl.
- VADASZ, 1886. — Die unterliassische Fauna von Alsorakos im Komitat Nagykoválya. *Mitteil. Jahrb. d. Kgl. Ung. geol. Reichsanstalt Budapest*, Bd. XVI, Heft. 5, pp. 309-406, 35 fig., pl. VI-XI.
- VAUGHAN (Th. W.) and WELLS (J. W.), 1943. — Revision of the suborders, families and genera of the Scleractinia. *Spécial paper n° 44 Geol. Soc. of America*, 363 p., 39 fig., 51 pl., mars 1943.
- VELAIN (Ch.), 1879 a. — Compte rendu du mardi 19 [août] à Avallon. *B. S. G. F.* (3), VII, pp. 883-889, 3 fig., pl. XVIII, fig. 1 (Réunion extraordinaire à Semur).
- , 1879 b. — Compte rendu de la course du 23 août (suite) ; environs de Corbigny ; coupe de la tranchée du Battoy ; lambeaux tertiaires de la Garenne (Réunion extraordinaire à Semur). *B. S. G. F.* (3)_n, VII, pp. 920-928, fig. 14-15, pl. XX.
- WAAGEN (W.), 1867. — Über die zone des *Ammonites Sowerbyi*. *Geogn. Paläont. Beiträge v. Dr. Benecke*, Bd. I, heft 3, pp. 507-668, pl. XXIV-XXXIV. Munich.
- , 1869. — Die Formenreihe des *Ammonites subradiatus* versuch einer paläontologischen Monographie. *Geogn. Paläont. Beiträge v. Dr. Benecke*, Bd. II, heft. 2, pp. 181-256, pl. XVI-XX. Munich.
- WÄHNER (Fradz), 1882-1897. — Beiträge zur Kenntnis der Tieferen Zonen des Unteren Lias in den Nordöstlichen Alpen. *Beitr. z. Paläont. Osterr. Ungar. u. Orients.*
 Bd. II, heft 3, pp. 1-13 (75-83), pl. I-VIII.
 Bd. III, heft 4, pp. 14-33 (105-124), pl. IX-XIV (XXI-XXVI).
 Bd. IV, heft 3, 4, pp. 34-125 (135-226), pl. XV-XXX (XV-XXX).
 Bd. V, heft 3, pp. 126-149 (37-60), pl. XXXI-XXXVIII (XVI-XXIII).
 Bd. VI, heft 4, pp. 150-182 (293-325), pl. XXXIX-XLV (XX-XXVI).
 Bd. VIII, heft 4, pp. 184-211 (241-268), pl. XLVI-LI (XVI-XXI).
 Bd. IX, heft 1-2, pp. 212-265 (1-54), pl. LII-LXI (I-X).
 Bd. XI, heft 4, pp. 266-291 (153-178), pl. LXII-LXVI (XX-XXIV).
 Réunion en un vol. gr. in-4°, 291 p., 66 pl.
- WELSCH (Jules), 1911. — La Géologie des environs de Thouars (Deux-Sèvres) et l'étage Toarcien. 1 br. in-8°, 32 p., 4 fig. Ex. *Mém. Soc. vulgarisation des Sc. Nat. Deux-Sèvres*, Niort, 1911.
- WETZEL (Walter), 1911. — Faunistische und stratigraphische Untersuchung der Parkinsonschichten des Teutoburger Waldes bei Bielefeld. *Paläontographica*. Bd. LVIII, pp. 139-277, 52 fig., pl. 11-20.
- , 1924. — Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Mittleren Doggers von Nordwesteuropa, *Paläontographica*, Bd. LXV, pp. 153-247.
- , 1937. — Studien zur Paläontologie des Nordwesteuropäischen Bathonien. *Paläontographica*, Bd. LXXXVII, pp. 77-157, pl. X-XV.
- WRIGHT (Thomas), 1878-1886. — Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands. 1 vol. in-4°, 503 p., 202 fig., 88 pl. *Palaeontographical Society*, London.
- ZIETEN (C. H.), 1830. — Die Versteinerungen württembergs (Les Pétrifications du Wurtemberg). 1 vol. in-folio, 102 p., 72 pl. Stuttgart.

REMARQUES PÉTROGRAPHIQUES

Je donnerai ici quelques brèves indications sur plusieurs types de roches et de structures dont les noms reviendront souvent dans les descriptions des coupes qui vont suivre.

Calcaires pseudoolithiques

A la suite de L. Cayeux (1935, p. 267), j'appellerai pseudoolithiques les calcaires formés par l'accumulation de fins débris roulés ayant l'apparence d'oolithes sans en avoir la structure concentrique caractéristique; il est généralement difficile à l'œil nu ou à la loupe de les distinguer des vrais calcaires oolithiques. Le qualificatif de pseudoolithique me paraît plus expressif que celui de « graveleux », employé par J. de Lapparent (1923, pp. 339-344). Une telle structure peut provenir, comme le note L. Cayeux, soit de causes mécaniques, fragmentation et usure de débris, soit de causes chimiques entraînant des recristallisations. Dans les quelques échantillons examinés en lame mince, je n'ai observé que des pseudoolithes du premier type. La roche est constituée par une accumulation de débris très fragmentés et arrondis par usure; leur origine organique est souvent reconnaissable, petits Gastéropodes, fragments de Crinoïdes ou de test de Lamellibranches; ils sont généralement enrobés d'une fine couche de calcite plus opaque. Fréquemment les pseudoolithes et le ciment qui les unit ont recristallisé partiellement et la structure devient assez confuse (Le Clou, Saint-Saulve et surtout Pont-du-Veudre).

Il faut noter que, en général, ces débris sont moins bien calibrés et moins arrondis que les oolithes vraies; il y a même souvent des éléments allongés (fragments de test de Lamellibranche), enrobés eux aussi au milieu des fragments arrondis. On passe ainsi à ce que j'appellerai des calcaires à fins débris roulés.

Dans l'Hettangien les calcaires pseudoolithiques sont fréquents. Dans la série complexe des « calcaires à Entroques » il existe aussi des bancs à structure pseudoolithique. Une partie des calcaires du Bajocien inférieur du Nivernais appartient, soit au type pseudoolithique franc, soit au type à fins débris roulés, étant entendu que la plupart de ces débris sont des plaques de Crinoïdes ou d'Echinides. Certains calcaires pseudoolithiques de l'Hettangien du Nivernais contiennent de petits grains de quartz détritiques. Une plaque mince provenant de Parenche (p. 106) montre que la plupart de ces grains occupent comme nucleus le centre d'une pseudoolithe et sont enrobés de calcite. Certains cependant, plus rares, s'intercalent sans pellicules de calcite au milieu des pseudoolithes.

Oolithes ferrugineuses.

A presque tous les niveaux nous rencontrerons des couches à oolithes ferrugineuses; elles appartiennent à des types variés, depuis les oolithes typiques à nombreuses couches concentriques, qui ont souvent pour point de départ un nucleus de petite dimension, jusqu'aux débris de coquilles hématisées avec une mince pellicule de limonite.

Souvent les oolithes ont eu une histoire complexe qui est révélée par l'existence de nucleus composites, de pellicules d'hématite non concentriques, se recoupant obliquement; certaines oolithes présentent des étirements remarquables (Lotharingien supérieur du Mont d'Or lyonnais). Il est inutile de décrire ces types déjà souvent étudiés, je noterai cependant que je n'ai jamais rencontré ce que G. Lucas (1942, p. 523) appelle « le milieu générateur » de ces oolithes ferrugineuses. Par ailleurs j'ai remarqué quelquefois l'association de glauconie et d'oolithes ferrugineuses.

On verra (p. 439) que les oolithes observées sur les bordures N et NE du massif Central peuvent se répartir en deux types stratigraphiques, les unes suivent une transgression, les autres correspondent à une sédimentation faible.

Pseudoolithes recristallisées.

J'ai appelé ainsi, d'un terme volontairement peu précis, une série de structures qui ont entre elles de nombreuses analogies, mais dont l'origine me paraît encore obscure. Il s'agit de petites masses, ayant la taille et la forme extérieure des vraies oolithes, mais formées pour une bonne part de calcite cristallisée qui renferme fréquemment, en position non centrale, un nucleus organique ou des concentrations ferrugineuses; elles portent généralement une pellicule externe brune, ferrugineuse, ou noire; elles se rencontrent dans des niveaux qui contiennent, à peu de distance, de vraies oolithes ferrugineuses; elles pourraient donc avoir une parenté d'origine avec les oolithes typiques.

Je vais décrire quelques cas pour montrer la variété des aspects.

1° *Pliensbachien de Remilly-en-Montagne près de Sombernon* (pl. 10, fig. 1, 3, 4). — Dans un ciment de calcite finement cristalline, contenant de nombreux débris organiques: Crinoïdes, radioles d'Echinodermes, Foraminifères, fragments de test de Mollusques généralement recristallisés ou perforés par des algues, on voit de petits corps ovoïdes de 0,5 mm à 1 mm, ordinairement 1 fois et demie ou 2 fois plus longs que larges; ils sont constitués généralement par des cristaux de calcite en disposition radiale, perpendiculaires à la surface externe de la pseudoolithe; celle-ci possède souvent, mais généralement pas au centre, un nucleus à structure organique plus ou moins bien conservée, souvent un fragment de Crinoïde ou de radiole d'Oursin. A la surface de la pseudoolithe ou enrobant le nucleus, parfois entre les cristaux de calcite, on observe une matière brune ferrugineuse à structure fibreuse; la pseudoolithe

contient une quantité appréciable de phosphate qu'on peut mettre en évidence par réaction microchimique au molybdate d'ammoniaque ¹.

2° *Bajocien moyen de Tendron (Cher)* (pl. 10, fig. 2). — Un calcaire marneux, un peu siliceux, à fins débris cristallins et quelques Entroques, contient de petites masses assez régulièrement elliptiques dont le centre est complètement recristallisé en une mosaïque de cristaux de calcite ou plus souvent en un cristal unique de ce même minéral; cependant quelques pseudoolithes possèdent encore un nucleus organique partiellement intact; elles sont généralement entourées d'une substance brun noir à structure fibreuse.

3° *Bajocien moyen de la gare de Saincaize*. — Un calcaire marneux, tantôt chargé de spicules, tantôt riche en débris organiques, Entroques, et surtout Bryozoaires, contient de petits grains de glauconie, de rares vraies oolithes de chlorite à structure concentrique et d'assez nombreuses pseudoolithes à nucleus chloritisé ou remplacé en totalité par des cristaux de calcite, entourés d'une pellicule gris verdâtre; l'aspect de la roche est très variable dans le détail selon les points.

4° *Pliensbachien de Nolay (Côte-d'Or)* (pl. 10, fig. 6). — Dans un calcaire à nombreux débris d'organismes, principalement d'Echinodermes (articles d'Entroques, radioles d'Oursins de tous types, cf. Lucas, 1942, fig. 58, p. 205); on voit de petites masses ovoïdes formées d'un seul ou plus souvent d'une mosaïque de cristaux de calcite enrobés dans une substance brune ferrugineuse qui souligne en outre les clivages de la calcite; certains cristaux montrent en leur centre un reste de structure de Crinoïdes. Il faut noter qu'en dehors des pseudoolithes, certains débris organiques, articles de Crinoïdes ou radioles d'Oursins sont entourés et imprégnés de la même substance brune ferrugineuse; localement, cette dernière imprègne même de façon diffuse toute la roche. Le développement des cristaux de calcite est sûrement un phénomène postérieur à la mise en place du sédiment car certains cristaux passent d'une pseudoolithe au ciment ou même d'une pseudoolithe à l'autre (pl. 10, fig. 6). Macroscopiquement, la roche présente en surface de nombreuses petites cavités qui correspondent à la dissolution du contenu des pseudoolithes. Un fragment de la roche fraîche, attaqué à l'acide chlorhydrique dilué, libère de grosses « oolithes » à couche corticale brunâtre assez résistante, remplie d'une substance brune pulvérulente, probablement de la limonite.

5° *Lotharingien supérieur de Saint-Fortunat (Mont d'Or lyonnais)* (pl. 10, fig. 5). — Le calcaire marneux, pyriteux et un peu glauconieux, à nombreux débris organiques, radioles d'Oursins, Foraminifères, contient de petites masses sphériques ou légèrement ovales formés de cristaux de calcite en disposition grossièrement rayonnante avec, au centre, un débris d'organisme souvent recristallisé ou une masse brune amorphe; quelques pseudoolithes sont constituées par une mosaïque de cristaux de calcite comme dans le Pliensbachien de Nolay. Localement, l'ensemble de la roche

¹ J'ai utilisé cette réaction classique (cf. Cayeux 1916, p. 126) avec le mode opératoire suivant : la pseudoolithe ou un petit fragment de calcaire est attaqué sur une lamelle par une goutte d'acide nitrique; lorsque l'effervescence a pris fin je place dans la solution un cristal de Molybdate d'ammoniaque et le précipité jaune, caractéristique du phosphate, se produit en quelques minutes autour du cristal; ce procédé a l'avantage d'assurer une grande concentration en molybdate, on évite ainsi d'avoir à chauffer, ce qui pourrait causer la précipitation de la silice.

est coloré en brun par une imprégnation ferrugineuse qui souligne de façon plus nette le contour des pseudoolithes. A 2 km plus au NW, à la Barollière, on connaît, au même niveau, de véritables oolithes ferrugineuses.

Interprétation. — L'origine de ces diverses structures que j'ai appelées « pseudoolithes recristallisées » ne paraît pas encore très claire. Il semble que ce soient des structures secondaires développées après la mise en place des sédiments, comme l'indiquent les cristaux de calcite pénétrant deux pseudoolithes différentes à Nolay ; on constate d'ailleurs, dans le ciment ou dans les organismes voisins, une tendance analogue à la recristallisation sans qu'on aboutisse à une pseudoolithe, la forme étant moins régulière et le contour peu net. G. Lucas, qui a bien voulu examiner mes plaques minces, pense qu'il s'agirait d'anciennes oolithes ferrugineuses qui se seraient trouvées « instables » dans le milieu où elles ont été déposées et ont « évolué » vers une transformation en calcite ; la matière brune à structure fibreuse ne serait que le reste des anciennes pellicules de limonite ; les plaques du Bajocien de Tendron et de Saincaize montreraient des formes de passage où des fragments des couches concentriques de l'oolithe primitive seraient visibles. G. Lucas (1942, p. 260, fig. 83, p. 293, fig. 92, p. 304, fig. 98) a observé des types analogues moins nets en Algérie. A Tendron, une oolithe vraie montre quelques cristaux de calcite à la périphérie (pl. 10, fig. 2 b).

Je ne crois pas pouvoir adopter d'une façon généralisée cette manière de voir, car dans d'autres plaques, celle de Rémilly en particulier, on voit nettement que les fibres de la matière brune n'ont rien à voir avec les couches d'une ancienne oolithe ferrugineuse, on les voit se fermer autour de petits nucleus excentriques de façon quelconque. On peut se demander d'ailleurs ce que serait devenu tout le fer de l'oolithe ferrugineuse primitive. La présence fréquente de nucleus organiques encore reconnaissables fait penser plutôt qu'il s'agirait d'anciennes pseudoolithes modifiées ou même des fragments organiques recristallisés et imprégnés secondairement en surface d'oxyde de fer ou de phosphate.

Il est possible que l'histoire de ces petites pseudoolithes soit plus complexe que nous ne pouvons le supposer ; cependant je tenais à décrire ces structures curieuses qui miment macroscopiquement les vraies oolithes et se rencontrent souvent à peu de distance de ces dernières.

Oolithes phosphatées.

Je mentionne plusieurs fois, Toarcien du Mâconnais et du Brionnais, Bajocien du Nivernais, l'existence de petites oolithes blanches à structure concentrique nette qui contiennent une proportion importante de Phosphate mise en évidence par réaction microchimique au Molybdate d'Ammoniaque (cf. *supra*, p. 26, note 1). Le cas le plus intéressant est celui du Bajocien du Nivernais : on rencontre ces oolithes blanches

28 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
phosphatées généralement aplaties dans les premières couches de marnes ou de calcaire marneux qui surmontent les dépôts à oolithes ferrugineuses typiques. Il semble donc qu'il y ait un rapport entre ces deux sortes d'oolithes.

Calcaires dolomitiques et sidérosiques, calcaires moirés.

Nous rencontrerons assez souvent dans le Rhétien ou à la base du Lias inférieur, des calcaires jaunes ou bruns, tantôt à l'aspect terreux et à cassure poudreuse, tantôt plus compacts et présentant des cristaux à reflets capricieux un peu comme ceux de la moire. L'analyse chimique a montré dans ces calcaires une teneur importante en Magnésium et en Fer ; ce dernier élément est vraisemblablement à l'état de Sidérose, carbonate de Fer ; c'est la présence de ce minéral, donnant des cristaux à face courbe qui produit ces reflets, cet aspect moiré, aussi ai-je souvent appelé « sidérosique » ce type de calcaire. Il est fréquemment associé à des marnes vertes ou présente un aspect caverneux qui rappelle les cargneules. Ces calcaires, fossilifères à certains niveaux, ne donnent généralement qu'une faune de Mollusques peu variée, *Avicula*, *Gervilleia*, *Isocyprina*..., difficiles à déterminer car les coquilles ont été dissoutes et l'on est en présence de moules internes.

Nous verrons que le dépôt de ces calcaires magnésiens et ferrugineux à faune résiduelle, correspond à des conditions de sédimentation de type lagunaire ou de mer peu profonde au début d'une transgression.

PREMIÈRE PARTIE

MONOGRAPHIES RÉGIONALES

CHAPITRE PREMIER

L'INDRE

Au S du département de l'Indre, les terrains liasiques horizontaux ou faiblement inclinés vers le N. affleurent sur cinq à dix kilomètres de large. Nous sommes ici dans le Boischaud, pays de bocage assez varié, situé entre la Champagne berrichonne ou la Petite Brenne au N et la Creuse granitique au S. Les marnes et les calcaires marneux liasiques, inégalement attaqués par l'érosion donnent une série de coteaux ondulés, humides et favorables à l'élevage alors que les calcaires du Lias inférieur souvent dégagés en surfaces structurales par l'érosion sont plus propices à la culture des céréales. Au SW d'Argenton, le Lias n'affleure plus que dans les vallées de l'Abloux, de l'Anglin, de l'Allemette, dont la fertilité contraste avec les friches et les maigres bois du plateau de la Petite Brenne où les sables, grès et argiles tertiaires masquent presque partout les calcaires du Jurassique moyen.

Historique. — En 1848 Dufrénoy ¹ indique une mince bande de Lias à Gryphées arquées au S des calcaires jurassiques le long de la vallée de la Creuse; aux environs de La Châtre il distingue de bas en haut : 1° une série épaisse de calcaires schisteux et de marnes renfermant à Montgivray des veines de lignite; 2° des calcaires marneux à Gryphées arquées; 3° des marnes à Bélemnites; 4° les calcaires de l'Oolithe inférieure riches en silex et passant à de véritables meulrières.

Terquem, en 1866 (pp. 323-396), résumant des notes de Maurice Sand sur les environs de Nohant près de La Châtre détaille les couches inférieures : il range dans l'assise à *Avicula contorta* des grès, des arkoses, des calcaires magnésiens et les quartz-jaspes fossilifères du Chaumois à *Mytilus minutus* et *Gervilleia præcursor*. Au-dessus, les calcaires argileux jaunes caverneux ou spathiques de son assise à *Am. planorbis*

¹ DUFRÉNOY et Elie de BEAUMONT, 1848, pp. 232-235.

appartiennent bien à l'Hettangien, mais les calcaires cristallins spathiques à *Am. kridion* et les marnes à *Terebratula perforata* de son assise à *Am. angulatus* appartiennent en réalité au Sinémurien supérieur. La 3^e assise à *Am. bucklandi* et la 4^e à *Belemnites acutus* comprennent le Sinémurien supérieur et le Lotharingien inférieur. Dans ce dernier niveau ainsi que dans le Lias moyen les Foraminifères sont nombreux et Terquem s'attache surtout à établir leur succession.

Vingt ans plus tard, de Grossouvre ¹ mentionne l'hématite rouge et le manganèse dans les grès rhétiens de Chaillac, l'oolithe ferrugineuse et les niveaux à Brachiopodes du Lias inférieur de La Châtre, et il précise la succession du Lias moyen : un niveau à nombreuses Bélemnites, une couche de nodules phosphatés, des marnes, puis des calcaires durs à *spinatus*, et, au-dessus, le Lias supérieur débute par un cordon phosphaté ou, à l'W, par une oolithe ferrugineuse.

Dans trois coupes, surtout lithologiques, prises dans la vallée de la Creuse et à l'W de celle-ci, il montre la réduction progressive du Lias inférieur et moyen au voisinage du détroit du Poitou.

Peu après H. Lasne (1888) donne de nombreuses indications très précises sur le quart NE de la feuille d'Aigurande. Je les utiliserai plus loin.

L'état des connaissances sur le Lias de l'Indre à la fin du siècle dernier est bien résumé dans les légendes des feuilles d'Aigurande (144) et d'Issoudun (134) de la carte géologique au 1/80.000^e, publiées en 1893 et 1885, dues à de Grossouvre pour les terrains secondaires, ainsi que dans celle de Montluçon (145) publiée en 1892 et due à de Launay :

Le Rhétien, argileux et gréseux, fossilifère au Terrier Mourron près de La Châtre, contient du minerai de fer et de la fluorine dans la région de Chaillac. Les calcaires infraliasiques bruns ou gris clair un peu fossilifères près de La Châtre, diminuent d'épaisseur vers l'W et passent insensiblement au Lias inférieur. Ce dernier, calcaire et calcaréo-marneux, se réduit à l'W à des calcaires bruns. Le Lias moyen comprend un lit de nodules phosphatés, des marnes, puis des calcaires spathiques à Brachiopodes. Le Lias supérieur marneux montre à la base un niveau, phosphaté à l'E, et avec oolithes ferrugineuses à l'W. Le Bajocien est formé de calcaire cristallin brun, riche en silex débutant par des bancs à *Ostrea beaumonti*.

Ces cartes ont été réimprimées respectivement en 1938, 1942 et 1939, sans modification; le travail de Benoît (1905) sur les tranchées de la voie ferrée entre Argenton et La Châtre, apporte quelques détails nouveaux, en particulier il cite à la base du Bajocien *Am. murchisonæ*, *Am. sowerbyi*.

Pour préciser le détail de cette succession, déjà connue dans son ensemble, je décrirai d'abord un certain nombre d'affleurements situés entre la vallée de l'Indre et celle de la Creuse, réservant pour un bref appendice la description des variations de faciès et de la transgression plus tardive à l'W de cette dernière vallée. L'étude du Lias inférieur, que j'ai déjà esquissée ² ailleurs, nous retiendra longtemps, car elle est assez complexe; les autres étages seront traités plus brièvement.

De nombreuses coupes du Lias inférieur ont été relevées aux environs de La Châtre (Hettangien : 7, Sinémurien : 10) et de Neuvy-Saint-Sépulchre

¹ de GROSSOUVRE, 1885 b, pp. 24-36; 1885 a, p. 385; 1886, pp. 318-321.

² R. MOUTERDE, 1948; R. MOUTERDE et J. RICOUR, 1949.

(Lotharingien : 10, nombreux points d'observations isolés pour l'Hettangien) ; j'ai parcouru plus rapidement la région W, de Cluis à la Creuse (10 coupes). Pour le Lias moyen : 15 points d'observations environ, 10 pour le Lias supérieur. A l'W de la Creuse : 6 coupes à peu près complètes du Lias (fig. 1).

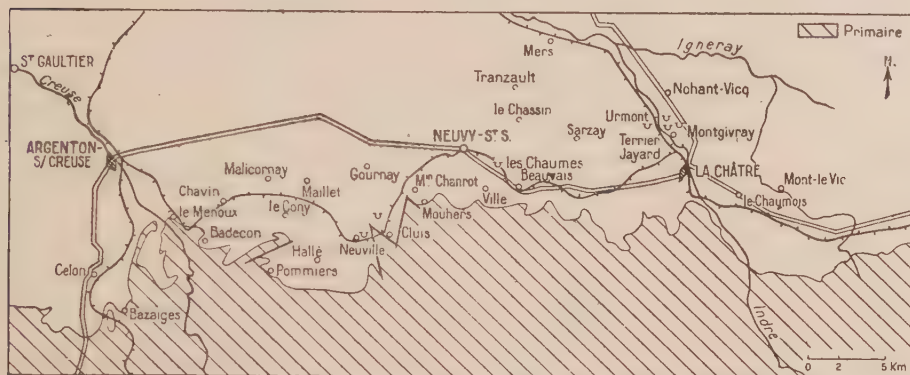


Fig. 1. — Carte des principaux affleurements de l'Indre.

J'ai commencé l'étude de la région de Neuvy-Saint-Sépulchre avec l'aide de G. Dubar et j'ai revu rapidement les affleurements hettangiens et la région située à l'W de la Creuse en compagnie de J. Ricour. En dehors de mes récoltes personnelles, j'ai consulté la collection de Maurice Sand, conservée au Château de Nohant et des échantillons de G. Lecointre venant de la Châtre et du puits d'Argenton.

HETTANGIEN ET SINÉMURIEN

En raison de la difficulté qu'on éprouve à dater la transgression secondaire sur cette bordure N du Massif Central, l'âge des premiers dépôts pouvant varier selon les points alors que les faciès restent identiques, il est préférable d'étudier ensemble l'Hettangien et le Sinémurien dans un certain nombre de coupes que nous suivrons d'E en W : environs de La Châtre, Neuvy-Saint-Sépulchre, Cluis, Pommiers ; les couches supérieures mieux datées aideront à préciser l'âge des plus anciennes.

I. — Environs de La Châtre.

La coupe la plus complète se voit au SSE d'Urmont (fig. 2) : des carrières situées de part et d'autre de la route, près d'un four à chaux (571,5 × 178,3) exploitent de haut en bas :

25 b. Marnes blanchâtres et quelques bancs de calcaire marneux bleu clair à rares sections de coquilles : 1 m.

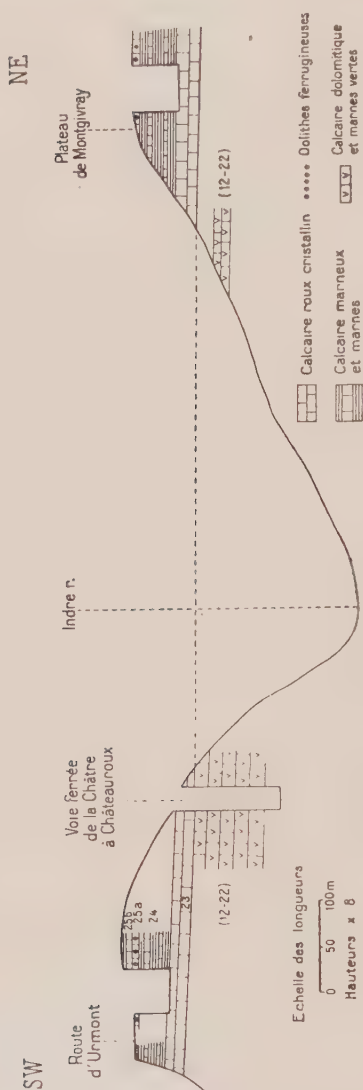


Fig. 2. — Lias inférieur à l'Ouest de La Châtre.

Asteroceras sp.

Spiriferina walcotti Sow. forme étroite.

Zeilleria sp.

Gryphæa cymbium LMK.

25 a. Calcaire brun marneux, tendre, à oolithes ferrugineuses formant deux bancs profondément perforés : . . . 0,50 m.

Arietites? compressaries? QUENST.

Belemnites acutus MILL.

Spiriferina walcotti Sow.

Pecten acutiradiatus MUNST.

24. Calcaire brun à nombreux débris cristallins et fragments d'Encrines, en bancs peu épais, séparés par des marnes feuilletées : 2 m.

Arietites falsani? DUM.

Coroniceras sp. petite taille.

Arnioceras sp.

Belemnites acutus MILL.

Spiriferina walcotti Sow. etc...

23. Calcaire cristallin brun, à fins débris roulés, cassure spathique; le centre des bancs est bleu; Gastéropodes abondants; visible sur 1 m dans la carrière à l'W de la route 2 m d'épaisseur environ dans la région.

On retrouve cette dernière couche de calcaire cristallin dans la tranchée de la voie ferrée de La Châtre à Châteauroux, à 150 m à l'E des carrières. Elle repose sur des calcaires marneux, blanc grisâtre, encore légèrement cristallins, et sur des calcaires bruns dolomitiques finement scintillants. Aucune trace d'arrêt de sédimentation n'est visible entre ces deux formations; ces différents calcaires ne donnent pas de résidu de quartz appréciable.

Les calcaires marneux blancs ou jaunes, dolomitiques (12-22), en bancs réguliers de 15 cm à 80 cm, ont au moins 15 m d'épaisseur et sont peu fossilifères. Au sommet du tiers inférieur cependant, sous un double banc plus épais, j'ai pu recueillir quelques *Gervilleia* sp.; un peu au-dessus, on voit plusieurs bancs brun foncé, dolomitiques, caverneux en surface et à allure de cargneules. Les bancs de base un peu plus marneux sont plus tendres.

A 100 m au SE, de l'extrémité de la tranchée de la voie ferrée (571,75 × 178), soit environ 3 m plus bas, une petite source le long de la route montre des marnes vertes, et encore plus bas (572,1 × 177,7) on voit des sables plus ou moins grossiers et des marnes vertes et rouges.

Au total cette série comprend : un Lotharingien inférieur marno-calcaire (25 b) avec un niveau à oolites ferrugineuses (25 a) vers sa base, un Sinémurien supérieur à l'état de calcaire brun cristallin à débris et Encrines (24, 23), puis un complexe calcaréodolomitique qu'on peut attribuer au Sinémurien inférieur (?) et à l'Hettangien ; il repose sur des marnes vertes (Hettangien inférieur). A la base viennent les grès et argiles rouges attribués au Trias ou au Rhétien.

Des compléments sont apportés par de nombreuses observations faites dans les environs.

Montgivray. — Le calcaire cristallin sinémurien, parfois couronné par l'oolithe ferrugineuse lotharingienne, forme tout le plateau de Montgivray où il est exploité dans de nombreuses carrières, profondes de 2 m à 3 m ¹.

En s'aidant de quelques repères lithologiques, bancs très perforés, bancs de marnes, qui d'ailleurs varient assez rapidement d'aspect, on peut établir la succession schématique suivante :

25 a. Calcaire brun marneux à oolites ferrugineuses formant un banc très perforé :

Belemnites acutus MILL.

Spiriferina walcotti Sow.

? *Coroniceras* sp., grande taille.

24 b. Marnes feuilletées grises avec un ou deux bancs de calcaire gris, assez cristallin, contenant de grands articles de *Pentacrinus tuberculatus* MILL. :

. : 0,40 m à 0,60 m.

? *Asteroceras* sp.

Coroniceras sp. cf. *Am. multicostatus* Sow. : REYNÈS Mon. pl. 25, fig. 1-2, non tuberculé et forme voisine moins épaisse.

Pecten acutiradiatus MUNST.

Spiriferina walcotti Sow.

24 a. Série de bancs calcaires jaune roux à très nombreux débris dans un ciment cristallin, séparés par des délits marneux généralement plus épais vers le NW, et assez réduit près de Montgivray. Le banc inférieur est très profondément perforé, on voit les tubes de vers groupés par deux du type de *Tisooa siphonalis* :

. 0,50 m à 1 m.

* *Coroniceras resurgens* DUM L. inf. pl. 23, fig. 3-5.

Pararnioceras sp. (= *Am. bisulcatus* WRIGHT, pl. 4, fig. 1-4).

Arnioceras miserabile QUENST.

¹ Elles étaient encore plus nombreuses autrefois et la plupart de celles citées par Terquem aux environs de Nohant ont aujourd'hui disparu.

Arnioceras pl. sp.

Agassicerias (*Metacymbites*) *dauidsoni*? D'ORB.

Probablement à ce même niveau, ou légèrement plus bas, dans une carrière de la route de Châteauroux, un petit banc de calcaire, au milieu d'un niveau de marnes rouges, contenait de nombreux *Arnioceras* :

* *Arnioceras* cf. *elegans* FUCINI Cetona pl. 29, fig. 4-8 fréquent.

Arnioceras pl. sp.

Euagassicerias sp., jeune forme du groupe de *E. Sauzeanum* D'ORB.

23^c. Calcaire à nombreux débris, gris clair, compact, devenant brunâtre en surface, croûte ferrugineuse et perforations à la partie supérieure : 0,55 m.

* *Arnioceras* cf. *semicostatum* Y. et B. : FUCINI Cetona pl. 25, fig. 8-13.

Arnioceras pl. sp.

* *Metarnioceras sheppardi* SPATH.

* *Metarnioceras* cf. *sheppardi* SPATH, sillons plus marqués, côtes fortes, rétroversées.

* *Metarnioceras pellati* DUM. L. inf. pl. 43, fig. 4-5 et formes voisines à côtes plus fortes ou plus faibles et plus espacées.

Myoconcha scabra TERQ. et PIETTE.

Cardinia hybrida SOW. abondante.

Cardinia eveni TERQ., *C. oppeli* CHAPUIS, *C. securiformis* AGASS.

A la base couche de marnes, épaisse à l'W, à peine indiquée à l'E.

23^b. Bancs épais assez massifs de calcaire gris à très nombreux débris devenant brun roux en surface : visible sur 1,50 m.

Coroniceras cf. *multicostatum* SOW. : cf. REYNÈS Mon. pl. 25, fig. 1-2.

Coroniceras cf. *gaudryi* REYNÈS Mon. pl. 22, fig. 4-6 et autres gros *Coroniceras*.

* *Paracoroniceras gmuendense* OPP. : HYATT pl. 5, fig. 8-5.

* *Arnioceras* aff. *ceratitoides* QUENST. Am. pl. 13, fig. 11.

Microschiza coronata TERQ.

Natica plicata PIETTE.

Ces Gastéropodes, particulièrement nombreux au niveau inférieur se trouvent aussi plus haut.

Cardinia hybrida SOW. fréquente et autres *Cardinies*.

Un peu plus bas probablement que les Ammonites déjà citées :

Agassicerias (*Etomoceras*) *scipionianum* D'ORB.

Notons encore que *Pentacrinus tuberculatus* MILL., *Æquipecten acutiradiatus* MUNST., *Chlamys textorius* SCHL., *Gryphæa arcuata* LMK., *Serpula socialis* GOLDF., *Belemnites acutus* MILL., existent à tous les niveaux, mais sont plus abondants dans les bancs supérieurs.

La route de Châteauroux montre (fig. 3), au sommet de la côte d'Ars (573,95 × 178,3), la base de ces calcaires roux cristallins à Gryphées et petits Gastéropodes (23). En dessous vient une petite couche d'argile brun verdâtre épaisse de 0,40 m et ensuite des calcaires jaunes poudreux dolomitiques puissants d'environ 15 m en ce point (22-13); ils sont mouchetés de noir et souvent caverneux en surface, et forment des bancs de 20 cm à 50 cm plus ou moins compacts séparés par de petits lits

d'argile verte. Ils sont peu fossilifères en général; cependant quelques bancs surtout dans la partie inférieure, contiennent de nombreuses :

Gervilleia conimbrica CHOFF.

Gervilleia cf. hagenovi DUNKER.

Isocyprina germari DUNKER.

Homomya cuneata J. BOEHM.

Cerithium sp... etc...

Vers la base, un niveau d'argile verte plus épais forme un lit imperméable et donne une petite source.

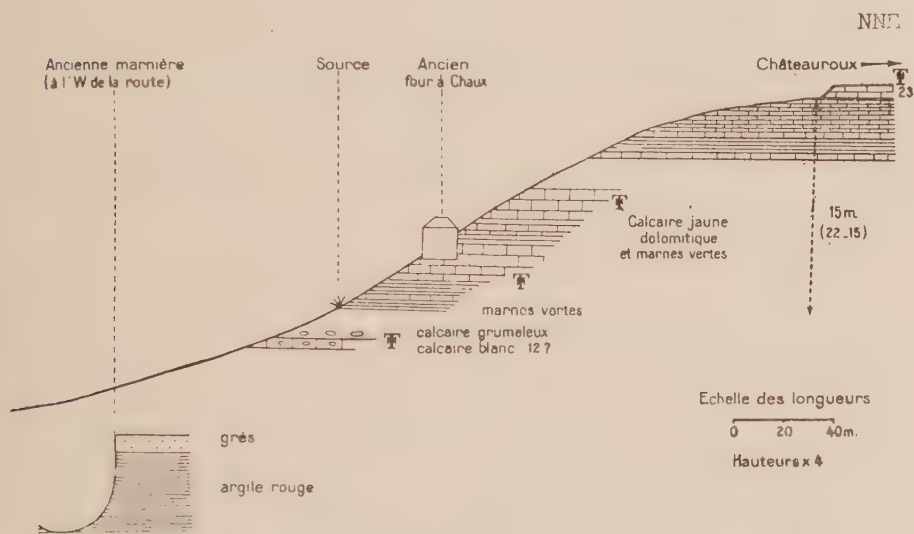


Fig. 3. — Coupe de la côte d'Ars près de La Châtre.

Deux mètres plus bas, sous d'autres marnes grises et vertes assez grumeleuses, vient un petit banc de calcaire blanc tendre irrégulier et un gros banc de 30 cm de calcaire blanc compact finement pseudoolithique et gréseux (127). Les marnes grumeleuses ont donné :

Isocyprina cf. heeri CHOFF.

Isocyprina porrecta DUM.

Mauvais moules d'autres Lamellibranches
et légèrement plus haut quelques débris de lignite.

En contre-bas et à l'W de la route, des sables et des grès ont été exploités autrefois.

Une bonne coupe de ces niveaux inférieurs a été relevée par J. Ricour dans le puits Aubrun (572,75 × 178,30) exécuté par le B. R. G. G. ; elle complète les renseignements rassemblés par l'Association minière de Montgivray pour l'exploitation des lignites de la région ¹ ;

¹ Je remercie M. le Directeur du B. R. G. G. et J. Ricour d'avoir bien voulu me communiquer cette coupe. Rapport B. R. G. G., A173 du 18 juin 1949.

de haut en bas :

14. Calcaire jaune d'or dolomitique à mouchetures noires et dendrites de manganèse. 4 m (de 2,50 m à 6,50 m).

13. Argile grise légèrement calcaire avec débris végétaux et débris de lignite :
. 2,50 m (de 6,50 m à 9 m).

Elatides peregrina LINDL. et HUTT. ¹.

Cf. *Cheirolepis muensteri* SCHENCK. ¹.

Cf. *Brachyphyllum paparelli* SAP. ¹.

Estheria sp.

Quelques mauvais Lamellibranches vers la base : *Gervilleia*? sp., *Isocyprina*? sp.

12?. Calcaire blanc gréseux à cassure compacte, à taches noires alignées; nombreux grains de quartz cimentés par de la calcite cryptocristalline (équivalent du calcaire blanc pseudoolithique de la base de la coupe de la côte d'Ars).

. 1 m (de 9 m à 10 m).

11 b. Argile grise avec petits nodules calcaires à la base 1 m (de 10 m à 11 m).

11 a. Calcaire marneux blanc à pâte fine. 0,50 m (de 11 m à 11,50 m).

10 c. Argile grise avec petits nodules calcaires à la base.

. 0,50 m (de 11,50 m à 12 m).

10 b. Argile bariolée rouge et verte. 3 m (de 12 m à 15 m).

10 a. Marne argileuse à débris végétaux avec bancs sableux et ligniteux.

. 2 m (de 15 m à 17 m).

Au flanc S du terrier Jayard (571 × 176,6), on voit, sur 4 m à 5 m d'épaisseur les calcaires jaune d'or, à mouchetures noires, fossilifères (*Gervilleia rhombica* Coss., *Gresslya*? sp., *Pseudotrapezium*? sp., *Cerithium* sp.), reposer sur un complexe d'argile verte, de calcaire marneux gris ou jaune et de grès calcaire blanc, mesurant 3 m à 4 m d'épaisseur. Un peu plus bas, des sablières entament 3 m d'argile rouge et verte qui emballent de petits grains de quartz et de feldspath; au-dessous viennent 4 m de grès blancs feldspathiques légèrement micacés et plus ou moins consolidés; les grains ont une taille très variable.

Les couches de lignite n'existent pas en ce point, mais J. Ricour les a retrouvées au terrier Mourron (569,9 × 175,7) toujours dans un complexe argilo-sableux sous les calcaires jaune d'or dolomitiques.

A l'E de La Châtre, sur la route de Montluçon et aux environs de Montlevicq, on relève des coupes analogues; série de calcaire jaune d'or reposant sur des marnes vertes où s'intercale un banc de calcaire blanc parfois fossilifère : *Isocyprina*? *porrecta* DUM., *Isocyprina germari* DUNK., Gastéropodes, etc... à l'W de Montlevicq (578,4 × 176).

Aux Chaumoïs (577,2 × 174,4), dans les calcaires jaune ocre, s'intercalent des bancs siliceux : les « jaspes du Chaumoïs »; on peut ramasser dans les champs quelques blocs fossilifères : *Gervilleia rhombica* Coss., *Mytilus* cf. *minutus* QUENST. etc. Ils ont été rapportés au Rhétien par Terquem (1866, p. 335 sq.) et Sand qui y citent seulement « *Gervilleia præcursor*, *Mytilus*

¹ Détermination de M. le Chanoine Carpentier.

minutus, *Natica* » ; aucune *Aricula contorta* PORTL. n'a été signalée et la faune citée ne paraît pas assez caractéristique pour que l'on puisse affirmer la présence de Rhétien en ce point. Il ne me semble pas évident que les jaspes de la Rochaille cités aussi par Terquem et Sand soient du même âge ; en tous cas il ne faut pas confondre les jaspes hettangiens du Chaumois avec les couches silicifiées attribuées au Trias qui se présentent généralement comme des masses de quartz carié associé à des argiles poudreuses noires au sein d'argile sableuse ou de sables. La confusion lithologique est possible dans certains cas : ainsi dans une carrière à l'W du premier passage à niveau de la route d'Argenton (569,6 × 174,95) où des calcaires jaunes sidérosiques à imprégnations siliceuses sont en réalité bien inférieurs à ceux du Chaumois, puisqu'ils sont placés sous des couches épaisses de grès à gros grains de quartz rapportés généralement au Trias. Sur la carte géologique au 1/80.000^e, feuille de Montluçon, il ne semble pas que ces niveaux siliceux soient toujours nettement différenciés.

II. — Environs de Neuvy-Saint-Sépulcre.

Jusqu'à Sarzay on retrouve un Lias inférieur de même type qu'à La Châtre, mais à partir de Beauvais et dans la région de Neuvy-Saint-Sépulcre on constate l'absence des calcaires cristallins du Sinémurien supérieur ; les calcaires marneux du Lotharigien, dont la base est une oolithe ferrugineuse, reposent sur des calcaires jaune-ocre dolomitiques et caverneux, parfois très réduits (Les Chaumes, Ville), et sur des calcaires blancs compacts à débris roulés.

Voici la coupe de la partie inférieure de la carrière des Chaumes (561,8 × 175,95) de haut en bas :

25 a. Marnes et calcaires marneux irréguliers, gris clair ou brun, localement perforés, à petites oolites ferrugineuses : 0,20 m à 0,50 m.

Gryphæa cymbium LMK.

Spiriferina walcotti Sow.

Terebratula ovatissima QUENST.

Cardinia pl. sp., fréquentes.

Heterastrea sinemuriensis de FROM...

----- surface perforée.

19. Calcaire gris verdâtre ou brun, un peu marneux, passant localement à des bancs plus dolomitiques qui prennent un aspect caverneux en surface ; assez nombreuses sections de petits Lamellibranches visibles par place ; des lits de marne ou d'argile verte sont intercalés entre les bancs 0,00 m à 0,40 m.

18 ? Calcaire blanc tendre, pseudoolithique, à aspect graveleux, à nombreux fossiles et débris roulés, mêlés d'argile grise ou verte, reposant sur un calcaire blanc, compact, fait de nombreux débris plus ou moins roulés ; au microscope on discerne, dans ces débris des traces de structure organique très estompées par la recristallisation de la calcite. visibles sur 1,50 m.

D'après Terquem et Sand (1866, pp. 341, 344), ils reposeraient sur des grès.

La roche est parfois très bréchique; elle contient des Gastéropodes roulés, à test de calcite, et des petits graviers d'un calcaire noir dont je n'ai pu retrouver l'origine. Les fossiles sont généralement trop usés ou trop engagés dans la roche très compacte pour être déterminables; cependant à la surface de certains bancs ou dans les marnes graveleuses bien lavées par la pluie, j'ai recueilli :

Diademopsis serialis AGASS. et plusieurs formes voisines ¹.

* *Plicatula obsoleta* COSSM.

* *Trapezium occidentale* COSSM. taille moitié.

* *Isocyprina germari* DUNK.

* *Isocyprina heeri* CHOFF.

* *Mytilus simoni* TERQ.

* *Gervilleia* sp. rongée.

* *Avicula* sp. et nombreux autres mauvais Lamellibranches.

* *Nerinella ficalhoi* CHOFF. variété, très abondante.

* *Promathildia dunkeni* v. BISTRAM.

* *Promathildia semele*? D'ORB.

* *Cælostylinia morencyana* PIETTE.

* *Zygopleura theodori* TERQ. et autres formes voisines de petite taille.

* *Pseudomelania chartroni* COSS.

* *Procerithium vetustum* PHILL.

* *Exelissa* cf. *prealpina* COSS.

* *Neritina* cf. *canabis* TERQ.

* *Patella delgadoi* CHOFF. etc...

Diademopsis serialis AGASS. est considéré comme une forme assez caractéristique de l'Hettangien; la faune de Gastéropodes a des affinités hettangienne ou sinémurienne étant donné ses grands rapports avec les faunes de Vendée ² et du Portugal ³. Il semble donc raisonnable d'attribuer ces calcaires à l'Hettangien ou à la partie inférieure du Sinémurien (?); les éléments très roulés, parfois bréchiques, les fossiles usés suggèrent des eaux peu profondes, agitées, au voisinage d'un rivage ou d'un récif.

Le calcaire blanc pseudoolithique existe de façon constante à l'E de Neuvy (fig. 4); aux environs des Chaumes, je l'ai observé au domaine de Pritemond (561,25 × 176,8), dans une carrière près de la route à 1,8 km de Neuvy, et au S, près de Ville (561,5 × 175,2). Vers l'E, à Beauvais, on trouve, sous l'oolithe ferrugineuse lotharingienne, des calcaires jaunes marneux tendres et des calcaires jaune-crème finement oolihiques. Une petite excavation entre le chemin de fer et la route de La Châtre (562,7 × 175,1) montre des calcaires pseudoolithiques analogues reposant sur des marnes et des calcaires jaunes dolomitiques et caverneux. Encore plus à l'E, vers le Ponderon (566,8 × 175,2), des calcaires pseudoolithiques blancs ou crèmes sont situés sous une épaisseur de plusieurs mètres de calcaire jaune tendre poudreux et dolomitique et de marnes vertes. D'autre part au NW de Ville, sur la route de Neuvy, à un niveau probablement peu inférieur à celui du calcaire blanc cité plus haut, affleure largement une dolomie brune sableuse à petits grains de quartz. Au S, sur la route de Neuvy à Aigurande, je n'ai vu que des calcaires jaunes dolomitiques poudreux. En 1950, un sondage, à 200 m envi-

¹ Détermination de J. Mercier.

² CHARTRON et COSSMAN 1902, COSSMAN 1903.

³ CHOFFAT 1903, J. BOEHM 1903.

ron au N de l'église, paraît avoir traversé sous le Lotharingien, 5 m seulement de calcaire blanc plus marneux et moins oolithique que celui des Chaumes, avec intercalations de marnes vertes et de calcaire dolomitique, avant d'entrer dans les argiles et les sables du Trias ou du Rhétien.

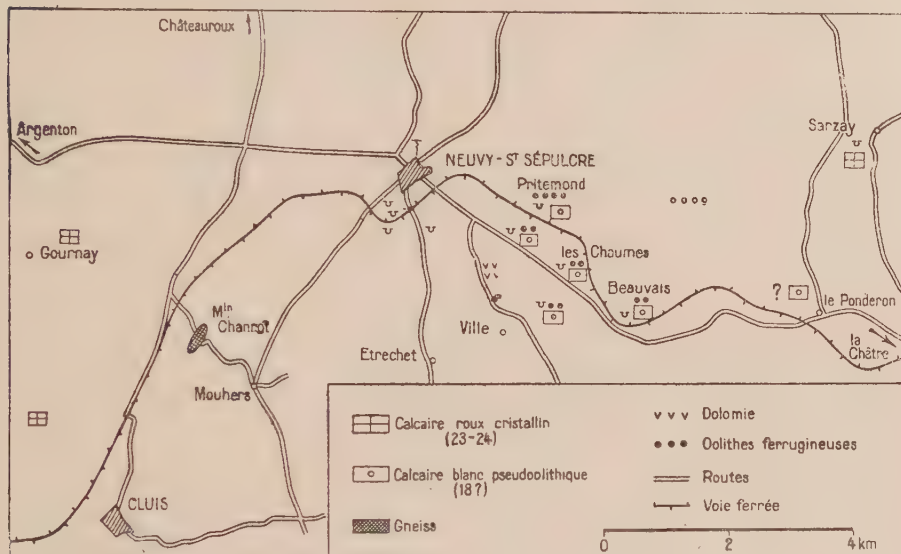


Fig. 4. — Affleurements hettangiens et sinémuriens des environs de Neuvy-Saint-Sépulcre.

Il semble donc que les calcaires jaunes dolomitiques soient très peu développés à Neuvy et aux Chaumes ; les calcaires blancs pseudoolithiques pourraient correspondre au banc de calcaire blanc compact de La Châtre (12 ?).

III. — Moulin-Chanrot.

Mais au SW de Neuvy, au Moulin Chanrot (556,1 × 174,75), près des Loges de Bonnavaiois, tout ce complexe inférieur disparaît, et le Lotharingien repose presque directement sur le Gneiss.

Voici la coupe observée de haut en bas :

26-28. Calcaire marneux et marnes du Lotharingien supérieur : 2 m.

Oxynoticeras sp.

Echioceras sp.

Belemnites infundibulum PHILL.

Gryphæa cymbium LMK.

Terebratula ovatissima QUENST.

Rhynchonella plicatissima QUENST.

25 c. Marnes et calcaires marneux gris à débris de coquilles : . . . 2 m à 3 m.

Asteroceras obtusum Sow. : REYNÈS Mon. pl. 35, fig. 9-10.

Epophioceras landrioti D'ORB.

Gryphæa cymbium LMK.

Zeilleria cor LMK.

25 b. Calcaire marneux et marnes brunes avec quelques galets de calcaire brun ou de grès brun micacé : *Gryphæa* sp., *Rhynchonella* sp. : . . . 0,20 m.

25 a ♀ Calcaire marneux brun ou verdâtre, à cassure compacte, finement quartzeux, emballant de petits galets de gneiss : . . . 0,40 m.

♂ Calcaire brun, plus cristallin, à nombreux grains de quartz et galets de gneiss de plus en plus gros dans un ciment de calcaire de plus en plus réduit à mesure qu'on descend dans le banc; à la base, il n'y a plus qu'un fin liseré de calcaire entre les blocs de gneiss : . . . 1,30 m.

0. Gneiss franc.

IV. — Cluis, Gournay.

Au delà de Neuvy, soit à l'E vers Gournay, soit au SE près de Cluis, on retrouve un Lias inférieur aussi complet que dans la région de La Châtre. Ainsi les carrières du four à chaux (533,8 × 173,1) situé au S du petit hameau de Pélabosse montrent la succession suivante de haut en bas :

25. Calcaire marneux gris et marnes, visibles sur plusieurs mètres dans une carrière abandonnée, au N du chemin de Cluis, ou dans le talus du chemin lui-même; les champs voisins ont donné :

Asteroceras stellare Sow., fragment.

Asteroceras aff. *brookii* Sow.

Gryphæa cymbium LMK.

24. Marnes et calcaire gris ou ocre à petits débris dans un ciment de calcite cristalline; nombreuses petites taches ferrugineuses et petites cavités sphériques qui pourraient correspondre à des oolithes ferrugineuses dissoutes : *Arnioceras* sp. : . . . 1 m.

23. Calcaire cristallin, gris ou brun-ocre, à nombreux débris de coquilles et fragments roulés dans un ciment assez cristallin; petits grains de quartz : . . . 2,50 m à 3 m.

Les bancs supérieurs (23 b) sont généralement profondément perforés; ils renferment :

Arnioceras sp. du groupe d'*A. geometricum* ORF. : plusieurs formes à costulation très forte et légèrement arquée, cf. *Am. falcaries robustus* QUENST.

Am. pl. 13, fig. 22.

Belemnites acutus MILL.

Gryphæa arcuata LMK.

Cardinia philea D'ORB.

Lima pectinoides Sow.

Entolium hehlii D'ORB.

Gastéropodes, petite taille.

La partie moyenne a un grain assez fin.

Les bancs inférieurs (23 a) sont très riches en grains de quartz et en petits graviers arrondis de calcaire marneux jaune-ocre ou d'argile verte, ou bien encore présentent

de nombreux vides qui résultent probablement de l'altération des graviers précédents; la roche prend ainsi un aspect grossier :

Euagassicerus sauzeanum D'ORB. P. F. pl. 95, fig. 4-5 et nombreuses formes voisines.

Arnioceras cf. *ceratitoides* QUENST.

Cardinia sp., grande taille.

Lima punctata SOW.

Cerithium cf. *verrucosum* TERQ.

Chemnitzia sp.

Enfin, dans les déblais de la carrière, j'ai récolté :

Pararnioceras sp. (= *Am. bisulcatus* WRIGHT pl. 4, fig. 1-2).

Schlotheimia (*Charmasseiceras*) aff. *boucaultiana* D'ORB., ombilic plus ouvert.

Metarnioceras? sp.

Natica plicata PIETTE.

Les faunes des bancs (23) et (24) appartiennent au Sinémurien supérieur ; les calcaires gris ou bruns cristallins sont donc l'équivalent exact de ceux de La Châtre ; ils sont seulement un peu plus chargés en grains de quartz.

Des calcaires identiques, avec la même faune, se voient encore plus au S, le long de la voie ferrée, près du viaduc de Neuville et au delà. En ces points les bancs de base sont extrêmement grossiers ; ils renferment des grains de quartz et des galets de calcaire jaune dolomitique, dépassant parfois 5 cm de côté, formant une sorte de poudingue de base.

Les couches inférieures affleurent mal au S des carrières de Pélabosse ; il vaut mieux les étudier au pied du viaduc de Neuville, près de Cluis, sur le versant W du vallon, le long du petit chemin qui suit l'ouvrage par le N (553,5 × 171,6).

Sous les calcaires du Sinémurien supérieur, exploités en carrières dans les champs voisins, non visibles dans le chemin, on a :

13? Argiles vertes sans fossile avec à leur base un niveau à débris de lignite :
visible sur 6 m environ.

12? banc épais massif de calcaire blanc, compact, à grain très fin, quelques petites taches brunes en surface, assez nombreux fossiles à test dissous ; un peu de limonite pulvérulente remplit les cavités : 1 m.

* *Gervilleia rhomboidalis* COSS.

* *Pseudotrapezium lævigatum* QUENST.

* *Isocyprina germari* DUNK.

* *Isocyprina heeri* CHOFF.

Microschiza sp., moule interne.

— Calcaire blanc de même type et marnes vertes : 0,30 m.

— Calcaire brun foncé, finement cristallin, dolomitique, prenant un aspect caverneux en surface.

— 2 m ou 3 m plus bas : argiles vertes et rouges.

On retrouve au S de Neuville (552,9 × 171), une assez grande épaisseur d'argile verte et rouge alternant avec des sables feldspathiques imprégnés de Manganèse.

V. — W de Cluis.

A l'W de Cluis et jusqu'à la vallée de la Creuse, le caractère des couches reste le même.

Les calcaires roux cristallins du Sinémurien supérieur ont été exploités en de nombreux points : route de Cluis à Hallé, carrières au S de Maillet, Pommiers (747,5 × 170)...

En ce dernier point leurs bancs visibles sur 2 m d'épaisseur, m'ont donné :

* *Arnioceras* sp. (= *A. kridioides* FUCINI Cetona pl. 19, fig. 11).

Arnioceras sp. du groupe de *A. geometricum* OPP., forme épaisse à côtes fortes.

Arnioceras cf. *semicostatum* Y. et B., côtes plus rapprochées.

Belemnites acutus MILL.

Lima duplicata SÖW.

Pecten textorius SCHLOT.

Gros Gastéropodes.

Ils affleurent encore au Menoux le long de la voie ferrée (542,1 × 172,4) où j'ai recueilli *Coroniceras* sp.

Les calcaires jaunes dolomitiques associés à des argiles vertes sont mieux représentés qu'au viaduc de Neuville.

Ils ont été exploités pour des fours à chaux le long de la route de Cluis à Hallé; on les connaît associés à des calcaires blancs (12) ? analogues ¹ à ceux de Neuville, près du Cony et, dans des puits, à Pommiers et à la Fontanelle; en ce dernier point, les calcaires dolomitiques contenaient *Gryphæa arcuata* LMK. et de nombreux graviers de quartz.

Près de la Creuse, à Badecon, de petites excavations (543,55 × 171) montrent 1,50 m de calcaire brun foncé dolomitique, un peu sableux au toucher, à petites particules brillantes et à grains de quartz abondants; là encore *Gryphæa arcuata* LMK. est présente. Il est donc certain qu'à l'W ces calcaires jaunes dolomitiques représentent une partie, probablement importante, du Sinémurien.

Résumé. — La partie inférieure du Lias de l'Indre comprend deux termes :

1° à la base, un complexe de calcaire jaune dolomitique associé à des argiles vertes, débutant généralement par un banc épais de calcaire blanc compact (12 ?) et par un ou plusieurs niveaux de lignite (Montgivray, Terrier Mourron, Neuville); cette série épaisse de 15 m à 20 m à La Châtre,

¹ LASNE (1888), p. 17 sq. indique quelques autres points d'affleurements de ces calcaires.

semble moins puissante vers l'W ; sa faune de Mollusques assez banale ne permet pas de la dater avec certitude ; elle doit correspondre à l'Hettangien et sans doute au Sinémurien inférieur ; près de la Creuse elle comprend sûrement une partie du Sinémurien, puisqu'on y trouve *Gryphaea arcuata* LMK. Il semble donc qu'il faille abandonner l'ancienne opinion ¹ qui en faisait pour une bonne part du Rhétien, en s'appuyant sur la même faune peu caractéristique ; en outre, on sait maintenant que les calcaires supérieurs sont du Sinémurien élevé.

Les très nombreux Mollusques appartiennent à des genres et à des espèces peu variés, c'est le type d'une faune résiduelle, appauvrie ; ce fait ainsi que la présence de lignite et de calcaires dolomitiques, suggère des conditions de dépôt un peu spéciales, sans doute lagunaires.

Toutefois, dans cette série inférieure, à l'E de Neuvy-Saint-Sépulcre, on trouve un calcaire blanc compact, pseudoolithique et même bréchique nettement marin car il contient des *Diademopsis* ; les nombreux fossiles roulés, la faune de petits Gastéropodes indiquent un dépôt en eaux peu profondes et agitées ; sans doute sommes-nous proches du rivage. D'ailleurs, le gneiss formait au moins un îlot à 6 km à l'W, à Moulin Chanrot. On peut rapprocher ces calcaires blancs pseudoolithiques des calcaires blancs compacts (12 ?) de Montgivray ou de Neuville ; ils sont plus développés à Neuvy et la série dolomitique superposée beaucoup plus réduite ou absente.

2° *La partie supérieure* est constituée par 3 m ou 4 m de calcaire roux bien daté par sa faune comme sinémurien supérieur : horizons à *E. sauzeanum* et à *A. semicostatum*. La roche, très cristalline à La Châtre, l'est moins vers l'W où elle devient de plus en plus gréseuse ; à Neuville elle débute par un banc grossier à galets de quartz et débris des roches sous-jacentes ; elle manque à l'E de Neuvy-Saint-Sépulcre où le Lotharingien calcaréo-marneux repose sur les calcaires bruns, dolomitiques, sur les calcaires blancs, pseudoolithiques, à *Diademopsis*, ou même sur les gneiss. On notera que ce Sinémurien supérieur fait défaut précisément aux points où le faciès des calcaires blancs est très développé dans les niveaux inférieurs. On aurait pu penser dans ces conditions que le calcaire blanc pseudoolithiques représentait un faciès latéral du Sinémurien supérieur, mais les caractères de la faune, en particulier la présence de *Diademopsis serialis* AGASS., l'existence, au-dessus des calcaires blancs, d'une couche plus ou moins épaisse de calcaire dolomitique brun, empêchent d'accepter cette hypothèse. La région de Neuvy représentait au contraire un haut-fond ou même une zone émergée au Sinémurien supérieur ; l'existence du pointement de gneiss de Moulin Chanrot confirme cette interprétation. La partie gauche de la planche 11 traduit schématiquement les variations de faciès du Sinémurien et de l'Hettangien de l'Indre.

¹ LASNE (1888), pp. 16-21 ; TERQUEM 1866 (d'après SAND) ; DE GROSSOUVRE 1885 b ; Carte géologique au 1/80.000^e.

LOTHARINGIEN

Aux environs de La Châtre, dans la coupe générale d'Urmont (cf. *supra* p. 32), j'ai rapporté à cet étage des marnes et calcaires marneux à *Astero-*

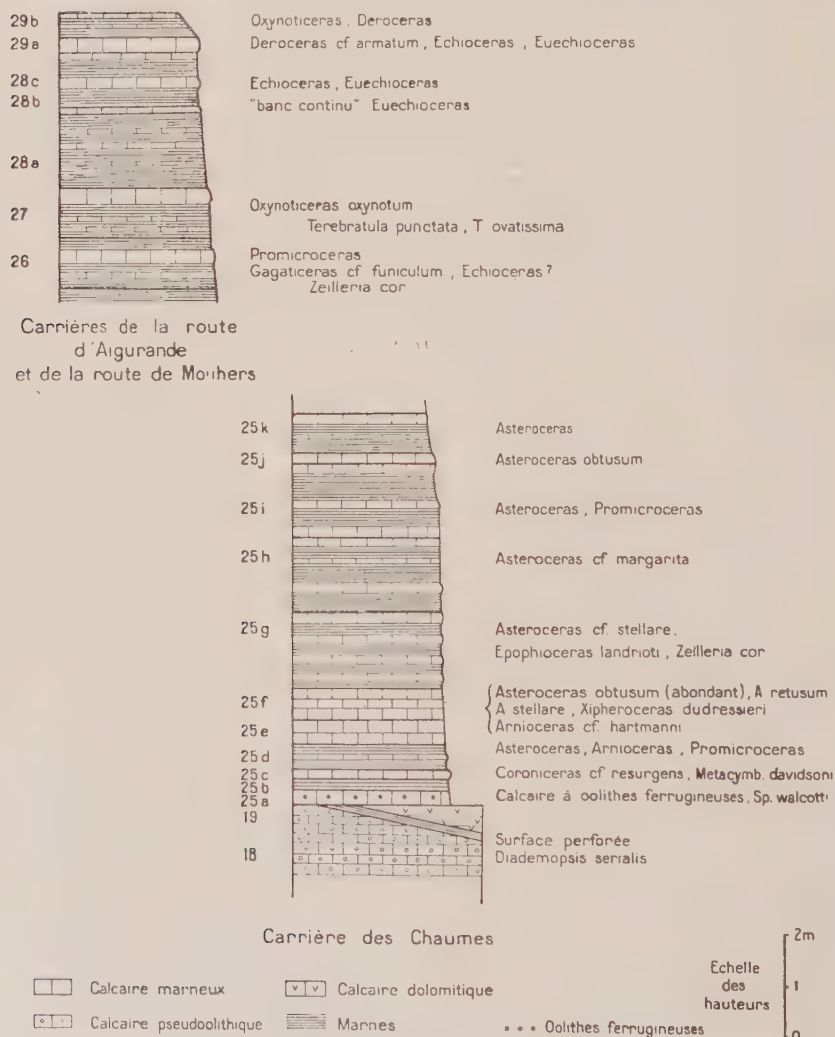


Fig. 5. — Lotharingien et Hettangien de Neuville-Saint-Sépulchre.

ceras sp. (25 b) et un calcaire marneux tendre à oolites ferrugineuses (25 a). On rencontre aussi cette dernière formation au sommet des carrières du plateau de Montgivray, à Sarzay et à Neuville-Saint-Sépulchre. Sa faune d'Am-

monites est pauvre, mal conservée ou peu caractéristique ; à Neuvy, elle montre *Gryphaea cymbium* LMK. à petite valve bien typique, associée à *Gryphaea arcuata* LMK. L'ensemble des formes recueillies permet de situer cette couche d'oolithes ferrugineuses à la base du Lotharingien ou au sommet du Sinémurien. Il est possible que son âge varie légèrement selon les points. Pour simplifier je considère qu'elle marque partout la base de la transgression lotharingienne (25 a ?).

Les calcaires marneux du Lotharingien franc sont également visibles près du Moulin Violet ($569,4 \times 177,35$), aux environs de Sarzay, et surtout, au pied de la butte de Nohant-Vicq. En ce dernier point, on peut distinguer un niveau inférieur à *Asteroceras obtusum* Sow., *Zeilleria cor* LMK., *Terebratula ovatissima* QUENST., *Rhynchonella oxy-noti* QUENST. : il affleure à la Croix des Bossons ($572,05 \times 180,58$) ; et un niveau supérieur à *Echioceras* visible au N du précédent ($571,9 \times 180,8$) et au début de la montée de la Beauce vers Vicq ($571,35 \times 181$) (cf. *infra*, p. 51).

C'est surtout aux environs de Neuvy-Saint-Sépulcre, grâce à de nombreuses carrières en activité que l'étude des différents termes du Lotharingien est facile. Il n'existe aucune coupe complète ; le Lotharingien supérieur est exploité au S de Neuvy, sur la route de Mouhers et sur celle d'Aigurande, le Lotharingien inférieur à l'E sur la route de La Châtre ou au SE près de Ville ; cependant grâce à quelques affleurements dans les fossés de la route d'Aigurande, on peut raccorder les deux groupes !

Lotharingien supérieur. — Coupe d'une carrière de la route d'Aigurande ($559,8 \times 176,5$) complétée pour la base par celle des carrières de la route de Mouhers (vers $558,9 \times 176,6$ à 8).

29 b. Marnes grises et deux bancs de calcaire très marneux blanc : . . . 0,50 m.

Oxynticeras pl. sp., fragments de grande taille, indéterminables.

Deroceras pl. sp., fragments.

Belemnites oppeli MAYER.

Spiriferina tumida v. BUCH, très abondantes dans le banc supérieur.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

Zeilleria aff. *indentata* Sow.

Rhynchonella calcicosta QUENST.

Equiptecten acutiradiatus MUNST.

Pholadomya sp. *Mya* sp.

29 a. Banc épais de calcaire marneux gris blanc à quelques débris, nombreuses *Pholadomyes* et autres *Lamellibranches* : . . . 0,30 m.

Deroceras cf. *armatum* Sow. proche de WRIGHT pl. 28, fig. 1-2, région ventrale plus aplatie et nombreuses formes voisines.

Deroceras sp. jeunes formes.

Echioceras (*Echioceratoides*) *javrei* HUG 1899, pl. 12, fig. 6.

Euechioceras sp., jeune forme.

Spiriferina tumida v. BUCH.

Zeilleria cf. *arietis* OPPEL.

Gryphæa cymbium LMK.
Pholadomya voltzi AGASS., fréquente.
Mactromya liasina AGASS.
Pleuromya striatula AGASS.
Avicula sinemuriensis D'ORB.
Plicatula sp., fréquente.
 Nombreux petits Gastéropodes...

28 c. Marnes et calcaire marneux tendre gris blanchâtre, irrégulier, avec un ou deux bancs mieux marqués : 1,15 m.

Euechioceras cf. *angustilobatum* TRUEM. et W. : S. BUCK T. A. pl. 597.
Echioceras (*Plesechioceras*?) sp., petite taille, nombreux.
Belemnites oppell MAYER, *B. acutus* MILL., grande taille, nombreuses.
Spiriferina tumida v. BUCH.
Rhynchonella cf. *curviceps* QUENST.
Zeilleria cf. *darwini* DESL.
Terebratula sp. du groupe de *T. punctata* SOW.
Gryphæa cymbium LMK., *G. regularis* DESL. etc....

28 b. Banc de calcaire marneux gris blanchâtre, assez compact, d'épaisseur très régulière, pouvant servir de repère : 0,10 m.

Euechioceras sp.
Mactromya liasina AGASS.

28 a. Marnes et calcaire marneux gris ou bleu : 1,50 m.

Belemnites acutus MILL. assez grandes, nombreuses.
Rhynchonella cf. *curviceps* QUENST.
Zeilleria cf. *arietis* OPP.
Terebratula cf. *ovatissima* QUENST.
Gryphæa cymbium LMK.
Æquipecten acutiradiatus MUNST.
Pentacrinus tuberculatus MILL., etc....

27. Calcaire marneux et marnes bleues assez pyriteuses : 1 m.

Oxynticeras oxynotum QUENST. et formes voisines, pyriteuses, petite taille.
Oxynticeras pl. sp., grandes formes en calcaire marneux sans ornementation.
Belemnites acutus MILL.
Rhynchonella oxynoti QUENST., *R. plicatissima* QUENST., abondantes.
Terebratula punctata SOW., *T. ovatissima* QUENST., abondantes.
Gryphæa cymbium LMK.
Æquipecten acutiradiatus MUNST.

De ce niveau probablement vient une pince de Crustacé.

26. Marnes et calcaire marneux de même type, avec même faune de Lamelli-branches : 1 m.

Zeilleria cor LMK., *Terebratula ovatissima* QUENST., *Rhynchonella* sp.,
Gryphæa cymbium LMK. (= *G. obliquata* BUVIGNER 1852, pl. 5, fig. 3-4).

vers la partie supérieure : * *Promicroceras* sp.,

et un peu plus bas : * *Gagaticeras* cf. *funiculatum* S. BUCKM. Y. T. A. pl. 12.

* *Echioceras*? sp. voisin de *E. rariscostatum*? ZIETEN.

Des bancs 26 ou 27 viennent aussi *Microderoceras* sp., jeune du groupe de *M. bispinatum* GAYER.

Environ 2 m plus bas, dans les fossés de la route d'Aigurande, j'ai ramassé : *Asteroceras* pl. sp. fragments, *Asteroceras* sp. jeune, *Spiriferina walcotti* Sow., *Zeilleria* cf. *cor* LMK., *Rhynchonella oxynoti* QUENST. Ces bancs semblent correspondre à peu près, au sommet de la première carrière exploitée sur la route de La Châtre (25 k).

Lotharingien intérieur. — Deux carrières, surtout, serviront à décrire la partie inférieure du Lotharingien : la première, assez profonde, abandonnée depuis plusieurs années, se situe à 1,9 km de Neuvy sur la route de La Châtre (561,2 × 176,35) ; l'autre, la carrière des Chaumes¹ a, un front peu élevé (3 m à 4 m de Lotharingien) mais très étendu, elle se situe entre 2,450 km et 2,700 km de Neuvy (vers 561,7-9 × 176).

La coupe ci-dessous, de haut en bas, tient compte des observations et des fossiles, des deux carrières :

25 k. Calcaire marneux blanchâtre, tendre, alternant avec des marnes gris clair feuilletées : 0,70 m à 0,80 m.

Asteroceras sp., fragment assez grande taille.

Asteroceras sp., jeunes exemplaires.

Belemnites (*Prototeuthis*) *infundibulum* PHILL.

Rhynchonella oxynoti QUENST., très abondante.

Zeilleria ovoides ROLL., *Z. cor* LMK.

Zeilleria aff. *cornuta* Sow., maximum de largeur plus près du crochet.

Terebratula punctata Sow.

25 j. Banc de calcaire gris marneux, plus compact, jaune en surface avec nombreuses Térébratules : 0,15 m à 0,20 m.

Asteroceras sp., ombilic plus ouvert, côtes plus nombreuses que chez *Asteroceras obtusum* Sow. = *A. blackei*? SPATH, taille plus grande ici, 210 mm, ombilic 28 %; 30 côtes au dernier tour.

Asteroceras obtusum Sow., petites formes : REYNÈS MON., pl. 35, fig. 1.

Belemnites (*Prototeuthis*) *infundibulum* PHILL.

Zeilleria vicinalis QUENST., *Z. cf. sarthacensis* D'ORB.

Terebratula sinemuriensis OPP.

Gryphaea cymbium LMK. = cf. *G. obliqua* GOLDFUSS, 1862, pl. 85, fig. 2.

Pentacrinus moniliferus QUENST.

25 i. Marnes gris clair et quelques bancs de calcaire marneux tendre bleu blanchâtre à taches ocre : 1,50 m.

Asteroceras cf. *obtusum* Sow.

Asteroceras cf. *brookii* Sow.

Promicroceras sp. (aff. *P. planicosta*).

Belemnites (*Prototeuthis*) *infundibulum* PHILL., petite taille.

Belemnites (*Prototeuthis*) *acutus* MILL.

Belemnites (*Cœloteuthis*?) sp., très courte et très petite taille.

¹ La carrière des Chaumes décrites par Lasne (1888) pp. 16 et 22-23 devait se trouver au S de la route de La Châtre, son emplacement est aujourd'hui perdu.

Rhynchonella oxynoti QUENST.

Terebratula sp. du groupe de *T. punctata* Sow.

Gryphæa cymbium LMK.

Trochus calcarius DUM. et autres Gastéropodes.

25 h. Calcaire marneux plus compact, en bancs assez réguliers, séparés par des couches de marnes : 1,50 m.

Asteroceras sp., très petite taille.

Asteroceras cf. *margarita* PARONA, 1896, pl. 5, fig. 8, recouvrement un peu moindre.

Belemnites (Prototeuthis) infundibulum PHILL.

Rhynchonella oxynoti QUENST.

Neuropora sp.

25 g. Marnes et calcaire marneux, assez tendre, gris bleuté dans la première carrière, blanc dans la carrière des Chaumes : 1,50 m.

Asteroceras cf. *stellare* Sow. : REYNÈS Mon. pl. 36, fig. 1, un peu moins épais, ombilic plus ouvert.

Asteroceras aff. *stellare* Sow., ombilic plus ouvert, côtes plus fortes.

Epophioceras landrioti D'ORB.

Zeilleria cor LMK.

Mytilus glabratus DUNK. : DUM. L. inf., pl. 19, fig. 3, abondant.

25 f. Trois bancs de calcaire marneux, bleu assez clair, avec taches verniculées plus foncées, pyriteux, prenant une teinte rouille en surface; les débris d'organismes sont plus ou moins nombreux selon les points; les bancs sont séparés par des lits marneux; à la base il y a 15 cm de marnes : 0,60 m.

Asteroceras obtusum Sow. : REYNÈS Mon., pl. 35, fig. 9-10, abondant et formes voisines à ombilic un peu plus large ou à sillons externes plus marqués le long de la carène.

Asteroceras cf. *retusum* REYNÈS Mon., pl. 37, fig. 12-13.

Asteroceras stellare Sow. : PARONA, 1896, pl. 6, fig. 1.

Epophioceras landrioti D'ORB.

Zeilleria cor LMK. etc....

A la partie inférieure :

Asteroceras sp. cf. *A. obtusum* WRIGHT, pl. 21, fig. 4-5 (*A. confusum* SPATH), ombilic un peu plus ouvert dans les tours internes.

Xipheroceras dudressieri D'ORB. P. F., pl. 103, fig. 1-2.

Xipheroceras sp., plusieurs formes voisines proches de *X. rasinodum* QUENST.

Am., pl. 24, fig. 26 et de *X. simile* SPATH : QUENST. Am., pl. 24, fig. 29.

Arnioceras sp. cf. *hartmanni* HYATT, pl. 2, fig. 17, non OPP.

Arnioceras sp., plusieurs fragments.

25 e. Deux bancs de calcaire marneux bleu ou gris violacé, compact; assez nombreux débris de coquilles; les géodes de calcite sont fréquentes : 0,50 m environ.

Asteroceras sp.

Arnioceras sp., fragments.

Promicroceras sp. (*P. precompressum*? SPATH, 1926, pl. 9, fig. 5).

Promicroceras sp?

Zeilleria cor LMK.

Cardinia sp.

Pecten acutiradiatus MUNST.

Eucyclus textiformis COSS.

25 d. Marnes bleues ou grises et calcaire marneux tendre : 0,50 m.

Asteroceras cf. *stellare* SOW. : cf. REYNÈS MON., pl. 36, fig. 1, un peu moins épais, ombilic plus ouvert.

Spiriferina walcotti SOW.

Rhynchonella oxynoti QUENST.

Zeilleria sp., *Terebratula* sp.

Belemnites (*Prototeuthis*) *acutus* MILL.

25 c. Calcaire marneux bleu clair plus compact; fossiles à test de calcite souvent dégagés par l'érosion : petits Gastéropodes et jeunes Ammonites difficiles à déterminer : 0,25 m.

Coroniceras cf. *resurgens* DUM., côtes plus serrées.

Agassicerias (*Metacymbites*) sp. du groupe de *M. davidsoni* D'ORB.

Euagassicerias ??, jeune forme.

Promicroceras? sp.

Zeilleria sp., *Cardinia* sp., *Serpula cristata* GOLDF.

25 b. Marnes bleues ou grises, peu fossilifères, petits Gastéropodes : . . . 0,20 m.

25 a. Marnes et calcaire marneux irrégulier gris clair ou brun, localement perforé, à petites oolithes ferrugineuses : 0,20 m à 0,50 m selon les points.

On note quelques gros grains de quartz :

Arniceras sp. ?

Coroniceras sp., très petite taille.

Belemnites (*Prototeuthis*) *acutus* MILL.

Spiriferina walcotti SOW.

Terebratula ovatissima QUENST.

Gryphaea cymbium LMK., petite taille mais petite valve très caractéristique.

Gryphaea cf. *arcuata* LMK.

Lima succincta SCHLOTH.

Cardinia hybrida SOW., *Cardinia listeri* SOW., *C. hermoquii* TERQ.

Cardinia laevis AGASS., *C. copides* DE RYCKH.

Faune de petits Gastéropodes.

Accumulation de Serpules localement.

Astrocoenia (*Araiocœnia*) *sinemuriensis* DE FROM., et autres Polypiers roulés.

----- Surface perforée.

19. Calcaire gris verdâtre ou brun, souvent dolomitique et caverneux.

18 ? Et calcaire blanc pseudoolithique (cf. *supra*, p. 37).

Résumé. — Ce Lotharingien de l'Indre, épais de 15 m environ à Neuvy, est essentiellement calcaréo-marneux ; dans la moitié supérieure, on observe pour les Ammonites, la succession suivante de haut en bas :

— *Derocheras armatum* SOW. associé à quelques *Oxynoticeras* et *Echioceras* ;

— petits *Echioceras* (*Plesechioceras* ?) et *Euechioceras* avec grands *Oxy-noticer*as ;

— petits *Oxynoticer*as pyriteux et grands *Oxynoticer*as ;

— *Gagaticeras* et autres *Echiocera*tidés.

A la partie inférieure, les *Asteroceras* dominent, mais il semble difficile d'établir une succession d'horizons basée sur les différentes espèces de ce genre ; *Asteroceras obtusum* Sow. ou des formes très voisines sont connues sur toute l'épaisseur, et de même des formes voisines d'*Asteroceras stellare* Sow. se rencontrent dès la base. Cependant les formes typiques d'*Asteroceras obtusum* Sow. sont très abondantes à 2 m de la base, associées à *Xipheroceras dudressieri* d'ORB. et à d'autres *Xipheroceras* ainsi qu'à *Epophioceras landrioti* d'ORB. Un peu plus bas, on rencontre des *Promicroceras* et des *Arnioceras* du groupe de *A. hartmanni* ; *Zeilleria cor* LMK. et les formes voisines sont présentes dans la moitié inférieure et jusqu'au niveau à *Gagaticeras*. *Rhynchonella oxynoti* QUENST. abonde dans la partie moyenne. *Spiriferina tumida* v. BUCH et *Rhynchonella calcicosta* QUENST. sont cantonnées dans la partie supérieure, alors que *Spiriferina walcotti* Sow. semble caractériser la partie inférieure. L'étage débute par un niveau à oolites ferrugineuses qui semble marquer la transgression lotharingienne : l'abondance des Cardinies, les gros grains de quartz, les Polypiers roulés, les accumulations de Serpules indiquent une formation d'eaux peu profondes, proche du rivage.

A l'W de Neuvy, le Lotharingien garde ces mêmes caractères.

Nous avons déjà vu (p. 39) qu'à Moulin-Chanrot il repose presque directement sur les gneiss, et (p. 40) qu'il est connu près de Cluis. On le retrouve plus à l'W, dans les fossés de la route de Pommiers à Maillet près de la Suzelle ; il affleure dans un mauvais chemin au S de la gare de Maillet (549,2 × 173,9). Dans cette région, son épaisseur semble encore plus grande qu'à Neuvy ; au Grand Fresne, un puits a traversé 35 m de calcaire marneux, les déblais que j'ai pu voir n'avaient pas de fossiles ; or les marnes et calcaires marneux du Lias moyen ont environ 10 m de puissance ce qui laisse, même si le Lias moyen a été traversé au complet, plus de 20 m pour le Lotharingien, et sans doute davantage encore.

Enfin, près de la Creuse, au Menoux, la carrière Céladin (541,7 × 172,7), au pied du viaduc montre :

28-26. Marnes et calcaire marneux blanchâtre rognonneux : 6 m
qui renferme à la partie supérieure (28) :

Echioceras cf. *rhodanicum* S. BUCKM. : DUM. L. inf., pl. 25, fig. 4-5, côtes un peu plus espacées, taille plus petite, jeune exemplaire et forme voisine. *Gryphæa cymbium* LMK.

Avicula sinemuriensis D'ORB.

Et faune de petits Lamellibranches.

25 ? En dessous viennent quelques bancs de calcaire brun, un peu cristallin, séparés par des lits schisteux à *Gryphæa cymbium* LMK., *Zeilleria* cf. *cor* LMK., *Terebratula ovatissima* QUENST. puis deux bancs de calcaire plus compact, plus cristallin :

..... 1 m environ.

Cependant l'épaisseur de la série marno-calcaire du Lotharingien semble encore grande ici : 20 m environ ; ce n'est que dans les vignes au-dessus de la voie ferrée, en effet, qu'on trouve le niveau phosphaté à nombreuses Bélemnites et *Ægoceras* du Pliensbachien.

LIAS MOYEN

Au N de La Châtre, le meilleur point pour l'étude du Lias moyen est la butte de Nohant-Vicq ; on peut encore observer, le long d'un mauvais chemin descendant de la Croix de Vicq (571,65 × 181,5) à Beauce (571,25 × 180,7) la coupe relevée par Maurice Sand ¹ :

43-40. Sous la Croix de Vicq ; marnes et calcaire marneux du Toarcien :

° *Cœloceras raquinianum* D'ORB.

° *Dactylioceras commune* Sow.

39. Quelques mètres plus bas : alternance de marnes et de calcaire marneux assez compact (Domérien supérieur) : environ 15 m.

Paltopterocheras pseudocostatum HYATT.

Zeilleria quadrifida LMK.

Belemnites bruguierianus D'ORB.

° *Amaltheus margaritatus* MONTF.

38. Marnes à Ammonites pyriteuses (Domérien inférieur) 4 m à 5 m.

° *Amaltheus margaritatus* MONTF.

° « *Harpoceras* » *normanianum* D'ORB.

° *Agassicerias centriglobum* QUENST. sous le nom d'*Am. bechei*.

° *Phylloceras loscombi* Sow.

° *Pseudopecten æquivalvis* Sow.

° *Cidaris amalthei* QUENST.

36. Couche de nodules blancs, phosphatés, perforés, à nombreuses Bélemnites, *Ægoceras* (*Androgynoceras*) sp., reposant sur un banc de calcaire gris très clair, qui semble phosphaté, à nombreuses Bélemnites, et sur quelques autres bancs de calcaire marneux : 1 m environ.

° *Ægoceras* (*Beaniceras*) *centaurus* D'ORB.

° *Phylloceras loscombi* Sow.

30 ? Calcaire gris clair marneux assez compact en bancs à délit parallélipédiques :

..... 2 m à 3 m.

Belemnites, pl. sp., grosses et nombreuses.

Rhynchonella calcicosta QUENST.

¹ TERQUEM, 1866, pp. 360-374 ; j'indiquerai par ° dans mon texte les fossiles venant de la collection de M. Sand.

29. Calcaire marneux et marnes gris clair : 2 m à 3 m.

Spiriferina tumida v. BUCH, nombreuses.

Rhynchonella curviceps QUENST.

Rhynchonella sp. = *R. variabilis* mut. *minor* RAU, 1905, pl. 1, fig. 100..

Gastéropodes.

28. Marnes avec bancs de calcaire marneux un peu plus compacts : 4 m à 5 m.

Vers le haut : *Oxynoticeras* cf. *victoris* DUM. : BUCKM. T. A., pl. 136 AB.

Vers la base, banc de calcaire plus net à nombreux petits *Echioceras*, *Echioceras nodotianum*? D'ORB.

° *Euechioceras* sp. sous le nom d'*Am. conybeari*.

Les niveaux inférieurs appartiennent au Lotharingien, respectivement à l'horizon à *D. armatum* (29), où les Spiriférines abondent dans la région, et à l'horizon à nombreux *Echioceras* (28). Les calcaires marneux à grosses Bélemnites (30) sont du Pliensbachien inférieur : le niveau à nodules phosphatés renferme des formes du Pliensbachien supérieur, associées à quelques formes du Plienbachien moyen. Le Domérien inférieur (38) est formé de marnes peu épaisses ; le Domérien supérieur est plus épais et plus calcaire. On notera la présence de *Zeilleria quadrifida* LMK., forme inconnue plus à l'E.

Le Lias moyen va garder sensiblement la même composition dans tout le domaine que nous étudions, jusqu'à la vallée de la Creuse ; seul le Domérien supérieur devient de plus en plus calcaire vers l'W.

Le **Pliensbachien** inférieur calcaréo-marneux couronne une série lotharingienne de même type et il est difficile de préciser les limites des étages ; en l'absence d'Ammonites caractéristiques, l'abondance des Bélemnites de grande taille peut servir de guide. Je pense pouvoir rapporter les couches qui les contiennent (30 ?) à la base de la zone à *U. jamesoni*.

Le niveau à nodules phosphatés est très constant dans la région, il a donné lieu vers 1880 à de nombreuses exploitations de phosphate à Malicornay, Chavin, Ceaulmont, Célon, Bazaiges, Maillet, Gournay, Cluis, Tranzault et Neuvy-Saint-Sépulchre¹ ; cette couche peu épaisse, 25 cm au maximum, a été rapidement épuisée par les exploitations ; c'est seulement dans les parties pauvres, non exploitées, qu'on peut encore trouver des fossiles.

Ainsi dans un raccourci de la route de Neuvy à Sarzay (563,9 × 177,7), j'ai recueilli :

Ægoceras (*Androgynoceras*) *maculatum* Y. et B.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *latæcosta* Sow.

Oistoceras figulinum SIMPS.

Oistoceras angulatum QUENST.

Prodactylioceras davæi Sow.

¹ LASNE, 1888, pp. 30 à 58.

Lyloceras fimbriatum ? Sow.
Zeilleria numismalis LMK.
Belemnites pl. sp., abondantes.

Les *Oistoceras* viennent d'un niveau un peu supérieur à celui des *Ægoceras*.

Au cimetière de Neuvy-Saint-Sépulcre et dans un champ en face du cimetière, j'ai rencontré la même faune avec des *Ægoceras* plus nombreux et de rares *Oistoceras*, *Phylloceras* du groupe de *P. loscombi* Sow., *Belemnites umbilicatus* BLAINV... etc... Un puits dans un champ, un peu à l'E (560,2 × 176,85), a traversé avant d'arriver à la couche phosphatée un calcaire marneux, bleu, compact, à *Oistoceras figulinum* SIMPS. On comprend pourquoi les *Oistoceras* phosphatés sont moins nombreux à Neuvy qu'à Sarzay, les couches calcaires reprennent plus tôt à Neuvy.

Le niveau phosphaté se voit aussi dans les champs au-dessus de la carrière de la route d'Aigurande (cf. *supra*, p. 45), à environ 5 m au-dessus du banc à *Spiriferina tumida* v. BUCH et *Deroceras armatum* Sow.

Ce niveau se poursuit plus à l'W, je l'ai vu au S de Villeginet, au Menoux, et même au delà de la vallée de la Creuse jusque vers Abloux; il constitue un bon repère pour le cartographe.

Dans toutes mes récoltes, l'abondance des *Ægoceras* (*Androgynoceras*) des *Oistoceras*, de *Prodactylioceras davœi* Sow., est frappante; les fossiles de la zone supérieure du Pliensbachien sont seuls nombreux. Cependant les listes des anciens auteurs et les collections que j'ai vues, montrent aussi des formes du Pliensbachien inférieur et moyen : *Uptonia jamesoni* Sow., *Tragophylloceras ibex* QUENST., j'ai moi-même recueilli un *Acanthopleuroceras*. Cette couche phosphatée est peu épaisse, 10 à 15 cm d'après Benoit (1905), 25 cm d'après Lasne (1888); c'est un niveau remanié, d'âge Pliensbachien supérieur reprenant des formes du début de l'étage. La sédimentation calcaréo-marneuse s'établit ensuite plus ou moins tôt selon les points : avant la fin du Pliensbachien, à Neuvy où les calcaires marneux contiennent *Oistoceras figulinum* SIMPS.

Près de Neuvy, Lasne (1888, p. 37) a signalé des vertèbres de Plésiosaure.

Le **Domérien** inférieur est constitué par des marnes et des calcaires marneux.

Le puits déjà cité des environs de Neuvy a montré, au-dessus des calcaires marneux à *Oistoceras figulinum* SIMPS., une alternance de marnes et de calcaire marneux, puis des marnes ocre avec :

Amaltheus margaritatus MONTF., moule phosphaté.
Belemnites (*Hastites*) *clavatus* STAHL, abondante.
Harpax pectinoides LMK.
Pseudopecten acuticosta LMK.

Cette formation est peu épaisse, à peine 5 m à La Châtre et à Sarzay (15 m pour l'ensemble du Domérien). Benoit (1905, p. 16) lui en donne autant à l'W, dans la tranchée de la voie ferrée, entre le Menoux et Chavin; elle y est encore assez bien visi-

54 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
ble aujourd'hui. Benoit (1905, p. 15) signale aussi qu'elle est plus épaisse et uniquement marneuse avec des Ammonites pyriteuses, près de Chavin.

Au-dessus de cette série calcaréo-marneuse tendre, viennent des bancs de calcaire déjà un peu plus compacts à l'E et sensiblement plus durs vers l'W ; c'est le Domérien supérieur, souvent appelé dans la région le « calcaire à Spirifers » à cause de l'abondance de *Spiriferina lumida* v. BUCH. Ses bancs durs ont été utilisés autrefois pour la construction.

Le premier point vers l'W où la roche est assez résistante pour cet emploi semble être Le Chassin entre Sarzay et Neuvy ; aucune des vieilles carrières n'est visible aujourd'hui, mais deux trous de bombes, tombés à l'W du village (563,3 × 178,6), permettent d'étudier la roche : c'est un calcaire marneux gris, parfois assez compact, avec quelques éléments cristallins :

Paltoleuroceras cf. *pseudocostatum* HYATT.
Amaltheus? sp.
Belemnites bruguierianus D'ORB.
Rhynchonella sp., *Zeilleria* sp., peu abondantes.
Pseudopecten æquivalvis SOW.
Pseudopecten acuticosta LMK.
Lima punctata SOW.
Pholadomya voltzi AGASS.
Pleuromya sp.

La présence de ces derniers Lamellibranches indique bien un faciès encore assez marneux ; les Brachiopodes sont peu nombreux.

Près de Neuvy-Saint-Sépulcre, le Domérien supérieur s'observe aussi bien à l'E, sur la route de Sarzay ou dans la tranchée de chemin de fer voisine (560,5 × 177,4), qu'à l'W sur la route d'Argenton (556,3 × 177,8 et 554,5 × 177,4). Partout, dans des fossés, des trous de plantation d'arbres ou de petites carrières, s'observe une alternance de calcaire cristallin gris-bleu à nombreux débris de coquilles et d'Encrines (dominant à la partie supérieure) et de calcaire marneux gris feuilleté à nombreux Pectinidés, Bélemnites (dominant à la partie inférieure) ; les fossiles peuvent être légèrement silicifiés :

Amaltheus margaritatus MONTF.
Paltoleuroceras pseudocostatum HYATT.
Paltoleuroceras spinatum BRUG.
Belemnites bruguierianus D'ORB.
Belemnites compressus STAHL.
Spiriferina lumida v. BUCH, variété à côtes à peine marquées de chaque côté du sinus ou du bourrelet, rappelant *S. rostrata*, abondante.
Rhynchonella acuta SOW.
Rhynchonella rosenbuchi HAAS.
Zeilleria quadrifida LMK.
Aulacothyris cf. *resupinata* SOW.
Terebratula subpunctata DAV.
Pseudopecten æquivalvis SOW... etc...

On notera l'abondance des Brachiopodes ce qui est de règle dans les faciès calcaires du Domérien supérieur de la région.

Plus à l'W, citons comme autres bons points d'affleurements, les bords de la route de Gournay à Maillet (550,9 × 174,6); ou la tranchée de la gare de Chavin (544 × 173,45). En ce point, les fossiles, surtout les Spiriférines, sont partiellement silicifiés; leur transformation est plus poussée au delà de la Creuse, en particulier au célèbre gisement des Granges près de Célon, au S d'Argenton. On remarque que les Spiriférines ont tendance à se silicifier avant les autres Brachiopodes.

L'épaisseur du Domérien supérieur dans toute cette région est d'environ 10 m, ce qui donne 15 m à 20 m pour l'ensemble du Lias moyen.

LIAS SUPÉRIEUR

La base du Toarcien existe au sommet de la butte de Nohant-Vieq : ce sont des calcaires en plaquettes, des calcaires marneux bleuâtres, où Terquem cite « *Dactylioceras commune* », et des calcaires jaunes gréseux.

Terquem l'indique encore, d'après Maurice Sand, comme j'ai pu le constater en parcourant sa collection, à Villechère près de Saint-Chartier, Le Montet, Vavrey, La Courdraye, La Chassigne et en général dans les collines au N de l'IGNERAY et à TRANZAULT.

Au Chassin, à l'W du village, c'est un calcaire gris très clair ou bleu, tendre, un peu marneux, et très finement gréseux et micacé : *Harpoceras* sp. fragments, *Dactylioceras* sp. à côtes assez fines. Il est exploité pour des tuileries à Fay (556,8 × 177,9 et 556,9 × 177,3), près de Neuvy-Saint-Sépulcre. On y voit sur 3 m à 4 m des argiles gris bleu clair finement micacées avec nodules ocrés et nodules calcaires du type septaria; des recherches ont montré que cette couche mesure au moins 6 m d'épaisseur, la faune de petites Ammonites pyriteuses ou en limonite, peu nombreuses, indique la partie élevée du Toarcien moyen :

Hildoceras bifrons BRUG. à côtes fortes et peu nombreuses cf. MGH., pl. 1, fig. 1.

Harpoceratoides? connectens HAUG, 1885, pl. 12, fig. 8; MONEST. Toarcien moy., pl. 8, fig. 11.

Pseudolioceras rivierense MONEST. Toarcien sup., pl. 2, fig. 2; pl. 4, fig. 29.

Pseudolioceras sp.

Belemnites sp.

D'après un renseignement oral, un puits de recherche, fait plus près de Neuvy, aurait atteint sous ces marnes toarciennes, vers 30 m de profondeur, une couche de « charbon » ; il est possible que ce soit un lit de lignite à la limite du Toarcien et du Domérien.

A 2 km au N de Cluis, près du passage à niveau de la route de Châteauroux, un puits de 10 m a traversé également le Toarcien; la partie moyenne a donné des argiles brunes avec des fragments de fossiles phosphatés :

Hildoceras bifrons BRUG. cf. MGH., pl. 1, fig. 4.

Dactylioceras sp.

Vers 7 m de profondeur, un banc de calcaire marneux gris clair ou blanc contient de nombreuses Ammonites à test blanchâtre :

Dactylioceras cf. *annulatum* Sow., forme à croissance assez rapide : REYNÈS Mon. L. sup., pl. 8, fig. 5.

Celoceras aff. *crassoides* SIMPS., forme plus épaisse, plus haute, à ombilic plus étroit.

Harpoceratoides alternatus SIMPS : BUCKM. Y. T. A., pl. 9.

Harpoceratoides cf. *strangewaysi* Sow. : BUCKM. T. A., pl. 739, côtes plus fortes, plus espacées.

Et d'autres Harpocératidés et Celocératidés voisins.

Un peu en dessous de ce banc, les ouvriers m'ont indiqué qu'ils avaient rencontré une petite couche de lignite.

Probablement plus bas encore, vient une marne graveleuse gris violacé avec petits Oursins.

Ces couches correspondent, d'après leur faune, à la base du Toarcien moyen et au sommet du Toarcien inférieur. La base du Toarcien elle-même n'est malheureusement pas atteinte, mais nous noterons la présence de lignite vers cette base.

D'autres affleurements ont été signalés plus à l'W, par exemple au NE de la gare de Chavin, où l'on peut récolter dans les champs des fragments d'*Hildoceras* sp. du groupe de *H. bifrons* BAUG., *Harpoceras* sp. et des morceaux de calcaire à oolithes ferrugineuses. Benoit (1905, pp. 16-17) indique en effet une couche d'oolithes ferrugineuses à la base de l'étage.

Au-dessus de ces niveaux de base, faciles à dater, vient une épaisse série de marnes gris-bleu, finement micacées, beaucoup plus pauvres en fossiles. P. Nicolesco estime son épaisseur à 60 m dans la région de Mers-sur-Indre ¹.

A Argenton-sur-Creuse, le Lias supérieur semble plus marneux, il atteint 70 m et correspond au Toarcien à peu près complet et à l'Aalénien inférieur.

AALÉNIEN SUPÉRIEUR ? ET BAJOCIEN ²

Ces étages sont surtout formés par des calcaires à concrétions siliceuses, auxquels correspondent dans la topographie une zone de bois peu favorable aux observations. Ils sont en outre souvent masqués complètement par les sables du Tertiaire.

Je signalerai seulement que, parmi les chailles venant de ces bois rassemblées dans la collection de Maurice Sand, il y a une *Sonninia* sp. trop rongée d'ailleurs pour être déterminée spécifiquement.

¹ Légende de la feuille de Châteauneux (133) de la Carte Géologique au 1/80.000^e.

² TERQUEM, 1866, p. 379 sq. ; DUPRÉNOY et ELIE DE BEAUMONT, 1848, p. 234 sq.

Série stratigraphique de l'Indre.

BAJOCIEN et AALÉNIEN sup.	{	Calcaire à silex (La Châtre).	{	Calcaire à silex et calcaire crinoïdique avec <i>L. murchisonæ</i> à la base. (* Argenton, Chavin).
AALÉNIEN inf. et TOARCIEN. 60 m environ.	{	^p Marnes grises micacées (faune du Toarcien moyen à Neuvy).	{	Marnes grises micacées à * faune de l'Aalénien inf. et du Toarcien. (* Argenton : 70 m).
Niveaux plus calcaires et lignite à la base.				
DOMÉRIEN	{	10 m : Marnes et calcaire marneux à l'E; de plus en plus calcaire à l'W. 5 m : Marnes et calcaire marneux à Ammonites pyriteuses.		
PLIENSCHACHIEN	{	1 m : Calcaire marneux et nodules phosphatés. 1 m à 2 m : Calcaire à nombreuses Bélemnites.		
LOTHARINGIEN	Marnes et calcaire marneux à : (Neuvy).			
18 m à Neuvy.	{	* <i>Oxynticeras</i> , <i>Derocheras armatum</i> , <i>Echioceras</i> , <i>Spiriferina tumida</i> 4 m.		
		* <i>Echioceras</i> , <i>Euechioceras</i> , <i>Rhynchonella</i> cf. <i>curviceps</i> 2,75 m.		
		* <i>Oxynticeras oxynotum</i> , <i>Rhynchonella oxynoti</i> 1 m.		
		* <i>Gagaticeras</i> (<i>Promicroceras</i> ?), <i>Zeilleria cor</i> 2 m.		
		* <i>Asteroceras</i> pl. sp. 7 m.		
		* Nombreux <i>Asteroceras obtusum</i> , <i>Xiphoceras</i> , <i>Promicroceras</i> , <i>Epophioceras landriotti</i> 1,75 m.		
		Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses 0,25 m.		
SINÉMURIEN sup.	Calcaire roux, à débris, assez cristallin — * lacune à Neuvy.			
* 2 à 3 m.	{	* à <i>Arnioceras</i> , <i>Pararnioceras</i> . * à <i>Metarnioceras</i> , <i>Euagassicerus sauzeanum</i> , <i>Paracoronicerus gruenaense</i> et <i>Ætomoceras scipionianum</i> .		
SINÉMURIEN inf. et HETTANGIEN	{	^p Calcaire jaune dolomitique et marnes vertes à * <i>Gervilleia</i> , * <i>Isocyprina</i> avec * intercalations de silex fossilifères au Chamois.	{	Très réduits ou absents à Neuvy.
15 m à La Châtre.	{	Marnes vertes à lignite et végétaux.	{	* Calcaire blanc pseudoolithique à Gastéropode et <i>Diademopsis serialis</i> (Neuvy).
5 m à 6 m à l'W.		Calcaire blanc compact gréseux ou pseudoolithique (1 m).		
		Marne à lignite.		
RHÉTIEN ?	Grès, arkoses et marnes....			

REMARQUE : Dans ce tableau, comme dans tous les tableaux semblables, les données nouvelles apportées par ce travail ont été marquées par un *. Par contre dans le cours des chapitres, l'astérisque désigne les fossiles déterminés par M. DUBAR.

Appendice.

L'OUEST DE LA VALLÉE DE LA CREUSE

1° **Argenton.** — La partie S et les faubourgs de la ville d'Argenton-sur-Creuse sont construits sur les calcaires bajociens qui s'enfoncent vers le N avec un faible pendage. Ils forment falaise, le long de la Creuse, à l'W de la ville ; ils contiennent quelques Brachiopodes et Lamellibranches et des intercalations de calcaire sableux à concrétions siliceuses brunes ou noires, plus ou moins alignées.

Un puits pour l'alimentation en eau potable de la ville est en cours de creusement dans un petit vallon, à Fontferrat (536,45 × 175,75). Il a traversé d'abord 25 m d'un calcaire gris clair assez cristallin qui peut se répartir sensiblement ainsi d'après les quelques échantillons de profondeur connue qui m'ont été communiqués ¹ :

61 p-60 p de 2 m à 5 m : calcaire brun très clair, à nombreux fins débris roulés et fragments d'Encrines ; structure pseudoolithique ;

58 p-56 p de 5 m à 14 m : calcaire d'un type voisin, un peu moins cristallin d'après le seul échantillon que je possède ; concrétions siliceuses du type chaille (silicification incomplète) ;

55. de 14 m à 24 m : calcaire gris à grain moins fin, nombreux débris d'organismes se détachant en blanc ; il a un aspect finement détritique ; en réalité il ne contient qu'une faible proportion de fine poussière de quartz (10 μ à 20 μ).

Dans les calcaires de même type venant des déblais :

Ludwigia sp. du groupe de *L. munchisonæ* Sow. cf. BUCKM. Inf. Ool., pl. 3, fig. 1 ; costulation s'atténuant plus vite.

Ludwigia sp., fragment très incomplet du groupe de *L. munchisonæ*.

Rhynchonella sp.

Myaires nombreux.

Pinces de Crustacé.

Provenant sans doute de la base de ces calcaires (ou peut-être de leur sommet), on voyait, dans les déblais, des calcaires cristallins, bleu-foncé, très pyriteux, en blocs irréguliers, comme rongés par les eaux : *Trigonia* sp. abondante, *Gryphæa* aff. *sublobata* DESH., *Rhynchonella cynocephala* RICHARD.

¹ Je n'ai observé moi-même le puits et ses déblais que trois fois : quand sa profondeur atteignait 43 m (3 septembre 1948), 71 m (12 mars 1949) et 104 m (11 septembre 1950). M. Lecointre a bien voulu me communiquer une série d'autres échantillons prélevés pour le B.R.G.G. à des profondeurs précises qui me permettent de donner une coupe plus détaillée. M. Bougeard m'a fourni les renseignements de la fin de l'automne 1950.

J'ai encore recueilli dans un calcaire cristallin brun clair, un fragment très incomplet qu'on pourrait aussi rapporter douteusement à *Ludwigia murchisonæ* Sow.

D'après ces divers fossiles, il semble bien, qu'au moins la partie inférieure du calcaire à Entroques appartient ici au début de l'Aalénien supérieur, à la zone à *L. murchisonæ*.

Ensuite, de 25 m à 98 m, soit pendant 73 m, le puits est resté dans des marnes gris-bleu, finement micacées et quartziques, avec, dans la partie inférieure, intercalation de petits bancs de calcaire marneux.

Cette série (52 ?-41 ?) est d'abord stérile ou presque : dans les 20 premiers mètres je n'ai pu recueillir qu'un fragment de *Dumortieria*? sp., *Belemnites* sp. de petite taille, « *Tancredia* » *compressa* TERQ.

Plus bas les Bélemnites apparaissent et en dessous, vers 60 m à 70 m, *Hildoceras bifrons* BRUG. et formes voisines sont assez fréquents; provenant de ces niveaux ou d'un peu plus haut, j'ai ramassé dans les déblais *Hildoceras* cf. *semipolitum* S. BUCKM. et *Haugia* sp.

De 70 m viennent *Hildoceras bifrons* BRUG à grosses côtes et *Dactylioceras* sp.

A 71 m les marnes, encore très finement micacées, contiennent de petites Posidonomyes.

Vers 75 m : marnes à oolithes blanches phosphatées, débris de lignite, *Dactylioceras* aff. *holandrei* D'ORB. (croissance plus rapide cf. DUM. L. sup., pl. 27, fig. 1-3; petite taille).

Dans la partie inférieure (42-41), des petits bancs de calcaire marneux alternant avec les marnes; oolithes blanches phosphatées.

A 90 m : *Harpoceratoides* cf. *alternatus* SIMPS. : BUCKM. Y. T. A., pl. 9, fragment.

Hildoceras cf. *sublevisoni*? MERLA, *Hildoceras* sp.

Les derniers mètres renferment encore plusieurs *Dactylioceras* sp.

Enfin à 98 m dans des bancs de calcaire un peu plus compact associés à des oolithes blanches phosphatées :

Harpoceratoides sp.

Dactylioceras sp., à côtes assez fines.

Cæloceras sp. cf. *raquinianum* D'ORB. : WRIGHT, pl. 89, fig. 7, non fibulé.

C'est à travers ces calcaires que l'eau est apparue.

Ces 73 m de marnes correspondent donc à l'Aalénien inférieur et au Toarcien à peu près complet. Le Toarcien moyen est bien marqué vers 60-70 m avec *Hildoceras bifrons* BRUG., il descend probablement beaucoup plus bas; les 8 derniers mètres (90 m à 98 m) semblent pouvoir être rapportés au Toarcien inférieur, la zone à *Dactylioceras tenuicostatum* n'a pas été reconnue.

Pendant l'été et l'automne 1950, l'approfondissement du puits a été repris au trépan. Sous quelques décimètres de marnes grises à lignite et Bélemnites, on a traversé de 99 m à 102 m des grès blancs ou rougeâtres à grain fin, assez marneux à la partie inférieure : c'est le niveau aquifère. En dessous, de 103 m à 104 m, on a trouvé dans une gangue marneuse des plaquettes de marnes brunes compactes et de gros grains de quartz. Les couches gréseuses représentent probablement le Domérien supérieur avec un faciès

60 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
beaucoup plus grossier que les calcaires à Brachiopodes connus à l'affleurement à 10 km au S.

Puis de 104 m à 129 m, on a traversé des argiles, des marnes et des calcaires marneux.

Dans une marne argileuse, venant de 112 m, M. Marie a reconnu des Foraminifères « du Charmouthien moyen ou peut-être même inférieur : *Cristellaria vetusta*, *Cristellaria matutina*, *Dentalina pseudocommunis*, *Margulina prima*, *Fronicularia major*, *Svenia arbuscula* ». C'est sans doute le Domérien inférieur du type classique dans la région. Les concrétions blanches probablement phosphatées des marnes de 123 m à 124 m pourraient marquer le Pliensbachien et les marnes inférieures, de 124 m à 129 m, avec petits Lamellibranches et plaquettes de Pyrite appartiendraient au Lotharingien.

De 129 m à 133,50 m, des sables gris à grains de quartz hyalins émoussés et fragments de calcaires arrondis représenteraient la base du Lias.

Enfin de 133,50 m à 135 m, des argiles bariolées lie de vin et vert pâle paraissent indiquer le Keuper.

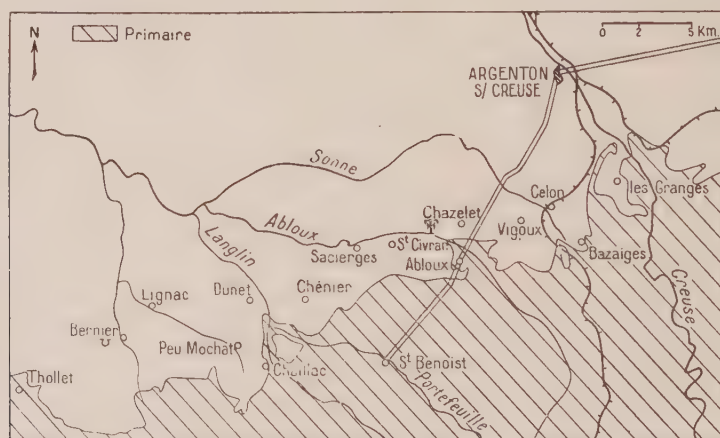


Fig. 6. — Carte des principaux affleurements de l'Ouest de la vallée de la Creuse.

2° De la Creuse à l'Allemette. — A quelques kilomètres d'Argenton, les niveaux moyens et inférieurs du Lias s'observent assez facilement.

La réduction progressive des niveaux inférieurs d'E en W peut se suivre dans une série de coupes : région de Bazaiges, route d'Abloux à Vigoux, environs de Chazelet, enfin la région de Chaillac tout à fait à l'W du département de l'Indre. Plusieurs de ces coupes ont été déjà signalées par de Grossouvre (1885 b), je les ai revues en détail et j'ai précisé par des Ammonites l'âge de certaines couches.

1. ENVIRONS DE BAZAIGES. — Les meilleures coupes s'observent dans la tranchée de chemin de fer de la ligne de Paris à Limoges ¹ ; la route menant

¹ DE GROSSOUVRE, 1885 b, p. 387.

de la voie ferrée au village de Bazaiges fournit quelques observations complémentaires intéressantes.

La première tranchée (km 307 à 307,3) au S de la gare de Célon (536 × 167,4) entame le Domérien sur 6 m à 7 m d'épaisseur :

29. Au sommet : calcaire blanc cristallin à petites taches rouille; il est constitué de nombreux débris de coquilles dans un ciment assez cristallin. Il forme des bancs épais séparés par quelques délits marneux : 3 m environ.

Pseudopecten æquivalvis Sow.

Gryphæa gigantea Sow.

Belemnites pl. sp., très nombreuses.

Brachiopodes peu nombreux.

Ces calcaires sont plus visibles, avec une belle faune de Brachiopodes silicifiés aux Granges près de Célon (539,5 × 170,7 à 171,1).

38. A la partie inférieure : calcaire plus marneux, moins riche en débris, alternant avec des marnes. De Grossouvre y cite *Amaltheus margaritatus* et donne 6 m de puissance à ce niveau inférieur.

Il indique aussi au sommet de la tranchée « quelques lits de marnes et de calcaire grumeleux souvent à oolithes ferrugineuses » avec faune du Toarcien, je n'ai pu les observer.

La tranchée suivante (536,4 × 167,1), que franchit sur un pont la petite route menant de La Borde à Chambord, montre le Lias inférieur et la base du Lias moyen :

37. Au sommet : marnes avec un banc de calcaire assez marneux, gris-bleu très clair, légèrement et finement quartzeux et micacé. Il contient localement des accumulations de fossiles brisés :

Amaltheus margaritatus MONTF. (divers types : MONEST. Amalt., pl. 1, n° 1, pl. 2, n° 2, ech. 4).

Parallelodon sp.

Pecten acuticostatus LMK.

Pecten strionalis QUENST.

Gastéropodes.

36. Marnes grises à nombreuses Bélemnites : *B. clavatus* STAHL., *B. cf. armatus* DUM. (section plus carrée) 2,50 m.

Un peu au-dessus de la base se trouve un banc de calcaire compact surmonté de quelques concrétions phosphatées; d'après de Grossouvre ce serait le niveau à fossiles phosphatés de la zone à *P. dawæi*, que nous avons vu bien plus développé à l'E.

29? Calcaire marneux compact gris clair et marnes avec petites oolithes ferrugineuses à patine brun foncé. La roche renferme une fine poussière quartzreuse de 20 µ à 40 µ et quelques gros grains de quartz de 300 µ à 500 µ : . . . environ 1 m.

Deroceras sp. de grande taille, à fortes épines, empreinte.

Rhynchonella sp.

28. Calcaire gris-brun assez cristallin, légèrement marneux, prenant un aspect terreux et ocre en surface; il renferme de nombreuses oolithes de limonite; les bancs sont

62 · ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
profondément perforés; de petits grains de quartz sont visibles, mis en saillie par l'érosion.

A la partie moyenne : 2 m à 2,50 m.

Echioceras sp. du groupe de *E nodotianum* D'ORB.

Echioceras (*Euechioceras*) sp.

Echioceras petite taille.

Dans tout le calcaire :

Rhynchonella cf. *curviceps* QUENST.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. tetraedra* Sow.

Terebratula punctata Sow.

Gryphæa cymbium LMK.

Calcaire marneux compact gris verdâtre 0,20 m à 0,30 m.

La base de la coupe n'est plus visible actuellement, mais de Grossouvre indique « 4 à 5 m d'argile bleue, alternant avec des calcaires marneux compacts contenant des Gryphées toujours de formes très variables et quelques Térébratules : *T. subpunctata*, *T. cor.* ».

La tranchée suivante (167 × 536,8 à 166,9 × 537), peu profonde, montre 1 m à 2 m de calcaire compact, gris ou brun, à aspect un peu cristallin, mou-cheté de noir ou de brun foncé, il renferme beaucoup de petits grains de quartz (50 μ à 100 μ) ; d'autres plus rares, mais plus gros, sont visibles à l'œil nu lorsqu'ils sont mis en relief par l'érosion.

Sa partie supérieure, plus nettement cristalline rappelle le faciès du Sinémurien supérieur du Menoux, de Cluis ou de La Châtre. J'y ai ramassé quelques fragments de coquilles de Lamellibranches et *Belemnites* sp. ; son âge est donc au moins du Sinémurien moyen et peut-être plus récent ; *Belemnites acutus* MILL., la première des *Belemnites* liasiques, n'apparaît en effet qu'au Sinémurien moyen.

En dessous, on voit des argiles rouges ou blanc verdâtre très sableuses et des grès assez grossiers.

A 1 km au SE, les abords de la route de Bazaiges (537,9 × 166,7) donnent les informations complémentaires suivantes :

Les calcaires marneux du Lias moyen montrent vers leur base de nombreuses Bélemnites, *Agoceras* sp., *Lytoceras* sp.

Le niveau (28) à oolites ferrugineuses comprend 3 m de calcaire marneux gris jaune, alternant avec des marnes.

Le mètre supérieur est beaucoup plus marneux; j'ai récolté dans les champs à ce niveau :

Terebratula punctata Sow.

Terebratula ovalissima QUENST.

Zeilleria cf. *numismalis* LMK.

Rhynchonella calcicosta QUENST.

Gryphæa cymbium LMK.

Au-dessous viennent 4 m à 5 m de calcaire et de marnes; quelques blocs dégagés dans les champs montrent un calcaire marneux très gréseux dont les grains de quartz sont assez petits et bien calibrés (100 μ à 50 μ), à faune du Lotharingien inférieur (25) :

Asteroceras sp. : empreinte.

Gryphæa cymbium LMK.

Spiriferina walcotti Sow.

Ils reposent sur 4 m à 5 m d'argile rouge ou gris verdâtre sableuse. Dans le virage près de la voie ferrée les micaschistes affleurent. Il n'y a pas 10 m de dénivellation entre ces derniers et les calcaires à oolites ferrugineuses du sommet du Lotharingien.

A 3 km à l'W (532,4-532,7 $\times$ 167,2), la route d'Abloux à Vigoux entre la route nationale et la ferme de la Butte, présente une coupe analogue et permet d'étudier les détails des bancs à oolites ferrugineuses de la zone à *E. raricostatum*; ils alternent avec des calcaires sans oolite et présentent un faciès plus grossier; de haut en bas :

34-36 ? Sur le talus S de la route, à peu près au N de la ferme de la Butte : marnes brunes ou grises avec Bélemnites et nodules phosphatés.

28 f. Sur le talus N de la route, 0,50 m plus bas environ : calcaires marneux gris-jaune à nombreuses oolites ferrugineuses 2,50 m.

A sa base il existe un niveau à nombreux grains de quartz de 2 mm à 3 mm au milieu desquels j'ai recueilli :

Echioceras rhodanicum S. BUCKM. : DUM. L. moy., pl. 25, fig. 6, petite taille.

Echioceras sp. du groupe de *E. raricostatum*.

28 e. Calcaire gris clair ou bleu avec petits grains de quartz : 0,50 m.

Gryphæa sp.

Radula duplicata Sow.

Mya sp.

Serpula sp.

28 d. Marnes et calcaire brun sans oolite : 1 m.

Rhynchonella du groupe de *R. tetraedra* Sow.

28 c. Calcaire brun assez cristallin à oolites ferrugineuses : 0,35 m.

Echioceras sp., fragment, petite taille.

Gryphæa cymbium LMK.

Belemnites pl. sp.

28 b. Marnes 0,75 m,

28 a. Calcaire gris-jaune, assez cristallin, à gros grains de quartz : . . . environ 1 m ?

Echioceras sp. ?

Terebratula punctata Sow.

25 ? Calcaire gris plus marneux, feuilleté, renfermant quelques petits grains de quartz, alternant avec des marnes (Lamellibranches).

1,50 m plus bas viennent quelques bancs de grès calcaire, puis des argiles sableuses visibles sur 3 m ou 4 m.

Les couches (28 a-f) appartiennent à la zone à *E. raricostatum* ; par analogie avec la coupe de Bazaiges on peut admettre que la couche (25 ?) est de la zone à *A. obtusum*.

— 1 km à l'W, la route d'Abloux à Chazelet (vers 167 × 531,7) montre encore le Lias inférieur ; ici les calcaires brun-jaune dolomitiques, sans fossiles, sont largement développés. Ils ont au moins 5 m d'épaisseur ; localement ils sont riches en grains de quartz de 1 mm à 3 mm, ailleurs ils présentent un aspect caverneux en surface. Ils reposent sur 5 m environ d'argile rouge et de sable blanc, sous lesquels les gneiss sont visibles.

2. CHAZELET. — A 1 km environ à l'W de Chazelet, sur la route de Saint-Civran (529,8 à 9 × 167,6 à 7), de nouveaux affleurements nous montrent le faciès à oolithes ferrugineuses s'étendant à la base du Lias moyen. La coupe se voit sur un petit chemin descendant de Chambord à la route de Chazelet à Saint-Civran :

39. Banes massifs de calcaire gris cristallin à points rouille ; ils renferment quelques très petits grains de quartz : visibles sur 2 m.

Gryphæa gigantea Sow. commune.

Belemnites pl. sp. très communes.

Brachiopodes plus rares : *Zeilleria cornuta* Sow.

38-37. Calcaire gris clair ou bleu, marneux, assez siliceux, rude au toucher.
: : : : : 2 m à 3 m.

36-35. Calcaire marneux brun tendre avec débris blanchâtres irréguliers, oolithes ferrugineuses ; localement les couches sont franchement rouges . 0,20 m à 0,50 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *latæcosta* Sow cf. SPATH. Liparo., pl. 18, fig. 4, côtes plus serrées ; petites forme voisine cf. var. *subcapricornus* SPATH *ibid.*, pl. 18, fig. 7.

Pleurotomaria viquesneli DUM.

Nautilus sp.

Spiriferina cf. *tumida* v. BUCH.

34 ? Calcaire marneux brun avec petites oolithes ferrugineuses : . . environ 2 m.

Terebratula davidsoni HAIME.

Zeilleria cf. *sarthacensis* D.ORB., DESL., 1862, pl. 31, fig. 4.

25-24 ? Un peu plus bas, viennent des calcaires brun foncé, compacts, finement gréseux et dolomitiques, en bancs de 20 cm à 30 cm alternant avec des marnes vertes. On les voit bien sur 4 m le long de la route de Chazelet à Saint-Civran, et leur base se situe à 10 m sous le niveau à *Ægoceras* : il faut les rapporter au Lotharingien inférieur ou au Sinémurien.

? Conglomérat de galets de calcaire jaune clair dolomitique pulvérulent, de gros grains de quartz, de galets d'argile verte dans un ciment grésocalcaire grossier.

. 0,20 m.

? Sables blancs feldspathiques, à grains de quartz de taille très variable, à stratification oblique. visible sur 3 m.

Ils renferment des lentilles d'argile gris clair, l'une d'elles contenait de nombreux débris végétaux :

Elatides peregrina LINDE. et HUTTON, très abondant.

Thinnfeldia rhomboidalis ETT.

Cette flore est nettement liasique, donc les sables, au moins à la partie supérieure, sont à ranger dans le Lias : Hettangien ou Sinémurien .

Il n'a pas été possible d'observer le Lias supérieur près de Chazelet, mais à 5 km plus loin, à l'W de Sacierges (525,2 × 166,35) le contact du Lias moyen et du Lias supérieur est visible. J'ai relevé la coupe suivante :

Au S de la route :

43. Marnes et calcaire marneux gris, en rognons :

Hildoceras bifrons BRUG.

Cæloceras sp...,

Au N de la route, de haut en bas :

42. Marne brune.

41. Calcaire marneux feuilleté avec assez nombreuses oolithes ferrugineuses.

0,60 m.

A la partie supérieure un banc plus dur avec *Hildoceras* sp.

Dans l'ensemble de la couche :

Harpoceras falciferum Sow.

Dactylioceras cf. *commune* Sow. (cf. WRIGHT, pl. 84, fig. 1).

Dactylioceras cf. *curvica*? S. BUCKM. T. A., pl. 708.

Belemnites sp.

40? Calcaire marneux tendre, gris clair, avec quelques oolithes ferrugineuses, limité par deux bancs un peu plus calcaires où les oolithes sont plus rares . 0,50 m.

Harpoceratoides? sp.

Dactylioceras sp. à côtes fines, fragment.

Dactylioceras sp.

----- surface perforée.

39. Calcaire gris clair, cristallin, à nombreuses Bélemnites. 0,70 m.

La couche (39) appartient au Domérien supérieur : zone à *P. spinatum*. L'état fragmentaire des *Dactylioceras* de la couche (40?) ne permet pas d'établir si ce niveau correspond à la base du Toarcien : zone à *D. tenuicostatum*. En tout cas, si elle était présente, cette zone serait très réduite.

La couche (41) appartient nettement à la zone à *H. falciferum* et la (43) à la zone à *H. bifrons*.

3. ENVIRONS DE CHAILLAC. — Sur la route menant du moulin de Dunet¹ au village du même nom, une bonne coupe permet d'observer une condensation encore plus grande du Lias moyen et la disparition probable des calcaires du Lias inférieur (519,7 à 520 × 163,45 à 163,75) :

¹ Cf. DE GROSSOUVRE, 1885 b, p. 390 (34).

39 c. Calcaire jaune compact, à grains très fins, en petits bancs sans fossile.

. visible sur 0,50 m.

39 b. Calcaire cristallin, à débris, gris clair devenant brun en surface . . . 1 m.

Gryphæa gigantea Sow.

Rhynchonella acuta Sow.

Zeilleria cornuta Sow.

Spiriferina tumida v. BUCH.

Belemnites pl. sp., nombreuses.

39 a. Calcaire brun à débris, plus tendre, même faune, moins abondante. . . 1 m.

38. Calcaire marneux plus ou moins compact avec oolites ferrugineuses et quelques grains de quartz 1 m environ.

Ce niveau est plus fossilifère à 200 m au S sur la route de Dunet à Chaillac :

Amaltheus margaritatus MONTF. ?, jeune exemplaire.

Avicula cynipis PHILLIPS.

Pecten sp.

Mytilus sp.

36 ?-31 ? Calcaire marneux gris ou brun, dolomitique, assez détritique et d'aspect irrégulier, les grains de quartz de 1 mm à 4 mm sont fréquents, il y a de petits débris de marnes bleues qui forment des taches irrégulières, souvent la roche est mouchetée de brun ou de noir; elle peut prendre l'aspect vacuolaire et les fossiles sont généralement à l'état de moules internes 2 m à 2,50 m.

J'ai recueilli, surtout dans la moitié supérieure :

Terebratula sp. du groupe de *T. subpunctata* DAV., fréquente.

Rhynchonella curviceps QUENST. Jura, pl. 17, fig. 14.

Zeilleria sp.

Belemnites sp.

et deux Ammonites écrasées, déformées, qui font penser à *Productylioceras davæi* ? Sow.

A la base les grains de quartz sont abondants.

? Argile bleue, se chargeant de grains de quartz à mesure que l'on descend dans la série.

Au sommet : *Rhynchonella* sp.

Au-dessous : sables bruns plus ou moins consolidés en grès : on les voit un peu plus bas assez colorés en brun, et, avant d'arriver à la rivière, on constate que leur partie inférieure est profondément imprégnée d'hématite; on l'exploitait autrefois comme minerai; l'épaisseur totale de la formation sableuse est d'environ 15 m.

Au Peu Mochat (vers 520 × 161), sous quelques blocs de calcaire brun, compact, cristallin, analogue à celui de la coupe de Chazelet, des sables un peu argileux m'ont donné une flore à affinités liasiques :

cf. *Elatides peregrina* LINDL. et HUTTON

et des rameaux de conifères à longues feuilles (*Elatocladus* ?).

Interprétation : La couche (39 a et b), et sans doute aussi la couche (39 c), sont du Domérien supérieur, zone à *P. spinatum*; (38) est du Domérien inférieur; (36 ?-31 ?) appartient soit au Domérien inférieur, soit au

Pliensbachien. le mauvais état de la faune ne permet pas de le préciser.

Les sables attribués par la carte géologique au Rhétien et au Trias, sont au moins en partie liasiques (Hettangien, Sinémurien...) ; leur couleur brune est due vraisemblablement au remaniement de dépôts de minerai de fer de la partie inférieure. On est en présence d'une formation continentale, sous des conditions climatiques qui ont pu se poursuivre pendant un temps assez long. A leur partie inférieure, ces couches ont été minéralisées à une date difficile encore à préciser ; on les exploite en divers points des communes de Chaillac, Dunet, Sacierges (Chénier) ; les bancs utilisables ne dépassent pas 2 m d'épaisseur ; tantôt ils sont riches en hématite compacte, tantôt les éléments détritiques prédominent. On les voit localement reposer sur les marnes vertes (522,4 × 162,6).

Plus à l'W, à la limite du département de la Vienne, à l'E de Thollet (506,8 × 158,9), on ne retrouve plus les calcaires à Gryphées géantes et à grandes Bélemnites du Domérien supérieur, ni les oolithes ferrugineuses sous-jacentes.

La coupe, assez masquée par la végétation, s'établit ainsi :

40 ? Calcaire gris un peu marneux, finement gréseux, visible sur plusieurs mètres.

38 ? Quelques bancs de calcaire marneux, dolomitique, jaune à nombreux grains de quartz de 2 mm à 3 mm, leur taille est plus forte dans les bancs inférieurs. 2 m à 3 m.

? Sables granitiques.

0. Granite en place, non altéré, bien visible à 8 m sous la couche (40 ?).

La couche (40 ?) appartient déjà vraisemblablement au Lias supérieur ; l'âge de la couche (38 ?) n'a pu être précisé ; on pourrait provisoirement considérer qu'il s'agit de Domérien par analogie avec les observations de P.-A. Gillard (1938, pp. 106-108) dans l'E du département de la Vienne.

Le Lias supérieur est beaucoup plus constant dans toute la région ; il débute en plusieurs points (Bazaiges ¹, Sacierges) par une oolithe ferrugineuse du Toarcien inférieur (?) et moyen, et se poursuit par une série de « marnes micacées », très épaisse (50 m au voisinage de la Creuse). Leur teneur en calcaire les a fait utiliser longtemps pour le chaulage des terres granitiques voisines et l'exploitation des « marnières » a été jadis une industrie prospère aux environs de Lignac. Tout est aujourd'hui abandonné.

J'ai pu voir ces « marnes micacées » finement gréseuses sur 10 m environ à l'W de Bernier (512,15 × 162,1) ; elles montraient dans leur partie moyenne de mauvaises Ammonites à côtes fines qui font penser à des *Dumortiera* du groupe de *D. mactra* DUM.

A la partie supérieure, les marnes alternaient avec des bancs de calcaire marneux blanc finement sableux, en bancs de 10 cm à 20 cm. Ils renfermaient *Pleydellia* cf. *aalensis* ZIETEN (SCHNEIDER, pl. 3, fig. 1) etc... Au-dessus venait 1 m de calcaire gris-bleu cristallin, à débris, *Ludwigia* du groupe de *L. murichsonæ* Sow., *Hammatoceras* ? *insignoides* DORN (pl. 1, fig. 3) non QUENST., *Galeropygus agariciformis* FORBES.

¹ DE GROSSOUVRE, 1885 b, p. 388 (32).

Le Bajocien de toute la région est constitué par des bancs de calcaire jaune peu fossilifère, avec nombreuses concrétions siliceuses ; on voit que les calcaires commencent dès la zone à *L. murchisonæ*.

Les variations du Lias à l'W de la vallée de la Creuse peuvent se résumer dans le tableau ci-dessous (cf. pl. 11, partie gauche).

	THOLLET	DUNET SACIERGES	CHAZELET	BAZAIGES	LE MENOUX
TOARCIEN	Calcaire marneux micacé	Marnes micacées... oolithe ferrug. oolithe ferrug.			
DOMÉRIEN zone à <i>P. spinatum</i>	Calcaire brun à grains de quartz 2 m	Calcaire blanc cristallin 2 m	Calcaire blanc cristallin 2 m à 3 m F.	Calcaire blanc cristallin 3 m à 4 m F.	Calcaire blanc cristallin à fossiles silic. 5 m à 10 m F.
zone à <i>A. marginatus</i>	?	Calc. marneux à oolites ferrugineuses 1 m F.	Calc. marneux siliceux 2 m à 3 m	Marnes et calc. marneux 6 m	Marnes et calc. marneux 5 m à 6 m
PLIENS-BACHIEN	{ sables et grès }	Calc. marneux detritique et dolomitique brun, à grains de quartz 2 m à 2,50 m F. ?	Oolithe ferrugineuse 0,20 à 0,50 m F.	Nodules et ammonites phosphatés F.	Nodules et ammonites phosphatés F.
LOTHARINGIEN zone à <i>E. rari-costatum</i>	?	?	Calcaire brun à oolites ferrugineuses 2 m ?	Calcaire brun à oolites ferrugineuses 3 m F.	Calc. marneux et marnes F.
zone à <i>Ast. obtusum</i>		{ Sables avec niveaux d'argile à plantes }	Calcaire brun ferrugineux à grains de quartz et marnes vertes 8 m ?	Marnes et calc. marneux 3 m à 4 m F.	Calc. marneux et marnes
SINEMURIEN		?	{ sables avec lentilles d'argile à plantes }	Calcaire brun ferrugineux ± cristallin à grains de Q. et bélemnites Argile rouge et verte et sables 4 m à 5 m Gneiss	Calcaire brun cristallin F. ? ?

F. indique les niveaux datés par des fossiles.
() Couche dont l'âge n'a pu être précisé, son attribution à un niveau est vraisemblable, mais non prouvée.

Fig. 7. — Transgression à l'Ouest de la vallée de la Creuse.

CHAPITRE II

LE CHER

Au S du département du Cher, les terrains liasiques dessinent une bande, large de 5 km à 12 km, qui continue celle que nous venons d'étudier dans le département de l'Indre ; ici comme là, les couches sont toujours faiblement inclinées vers le N, c'est-à-dire vers le centre du Bassin de Paris ; leur disposition, dans l'ensemble toujours très régulière, est, en quelques points, troublée par des accidents plus complexes que ceux de l'Indre.

Dans la région de Châteaumeillant, il y a quelque failles NW-SE ; la feuille de Montluçon n'en indique qu'une au N de Châteaumeillant ; j'en ai relevé une autre au SW de Beddes et les contours géologiques en suggèrent plusieurs autres.

A Saint-Amand-Montrond, un dispositif plus complexe a guidé le cours du Cher ; il est partiellement esquissé par la carte géologique, Dagincourt (1881, pp. 234-242) l'a mieux décrit. Il associe de longues failles SE-NW à un réseau presque orthogonal de failles courtes et nombreuses, liées à des dispositions synclinales et anticlinales à axe N-S. Ces accidents affectent au total une sorte de vaste zone anticlinale à cœur de Trias déprimé, entre les deux flancs surélevés de Lias inférieur qui forment le Grand Tertre et la Groutte : au N et au NE, comme au SW, leurs bancs plongent très rapidement sous le Lias moyen ; on le voit très bien sur le versant N du Petit Tertre ou au SW vers Bouzais, près du château de l'Etang, où l'on observe un pendage de 25°. Cette disposition diminue l'importance des affleurements du Lias moyen au profit de ceux du Lias inférieur qui s'avancent comme un coin au milieu des premiers, dont la largeur est réduite à 1,5 km au droit d'Orval.

Après le petit accident d'Ainay-le-Châtel, un nouveau dispositif anticlinal s'observe au NW d'Augy-sur-l'Aubois ; orienté SSW-NNE, il est formé à l'E par des failles N-S, liées au système des failles de Sancerre qui guident la Loire dans son parcours N-S. Entre Augy et Neuilly, il produit une large boutonnière triasique déprimée qu'emprunte en partie le canal du Berry ; les sables kaoliniques y sont activement exploités. A son voisinage, l'importance des affleurements de calcaire hettangien est plus que doublée : localement elle atteint 7 à 8 km de large (Saint-Aignan-les-Noyers, Bessais-le-Fromental.)

J. Dautry (1950) vient de signaler des phénomènes tectoniques plus importants à Germigny, près de la Guerche, et à Farges, près de Saint-Amand : le Bathonien ou le Bajocien serait là, d'après lui, discordant sur le Lias ou même transgressif sur une faille liasique ou anté-bathonienne nivelée. En réalité, aucune discordance n'est visible entre des couches bien datées ; il y a simplement de légères variations de pendage, ce qui est fréquent dans une région faillée, et à Germigny, une certaine parenté de faciès

70 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
entre les calcaires marneux de l'Hettangien et ceux du Bathonien en même temps qu'une erreur, sans doute une faute d'impression, de la 2^e édition de la carte géologique (cf. *infra*, p. 79).

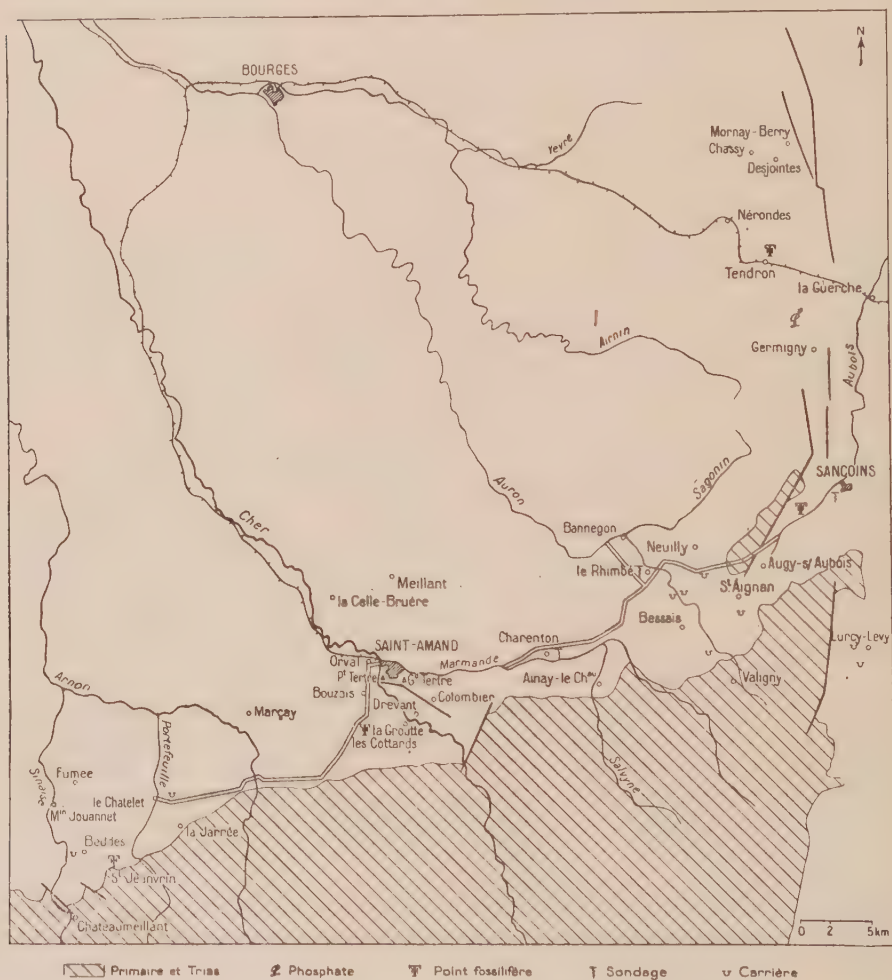


Fig. 8. — Carte des principaux affleurements du Cher.

Dans tout le département, les calcaires hettangiens forment en général de vastes plateaux propres à la culture des céréales ; ils dominent au S, la région triasique déprimée, souvent jalonnée d'étangs.

Au N, le Lias moyen et supérieur donne une nouvelle zone basse, humide, orientée d'abord W-E et empruntée partiellement par plusieurs petites rivières, l'Arnon entre Marçais et son confluent avec la Sinaise, la Marmande, le Sagonin ; le canal du Berry entre Saint-Amand et Sancoins suit souvent

cette zone basse et imperméable. A partir de Bannegon, les affleurements liasiques s'infléchissent vers le N et forment la « Vallée de Germigny », pays verdoyant qui constitue avec ses riches prairies un centre important d'élevage. Au N ou au NW du couloir liasique, et le dominant souvent par de fortes pentes, les calcaires bajociens et bathoniens forment un plateau généralement boisé, qui appartient déjà à la bordure de la Champagne berriçonne. Notons pour terminer qu'à l'W du département, aux environs du Châtelet, les dépôts tertiaires, calcaires ou argilo-sableux, masquent une partie du Lias inférieur et du Bajocien ; le relief du pays est ainsi plus varié et annonce déjà le Boischaud.

Presque toutes les rivières, la Sinaise, le Portefeuille, l'Arnon, le Cher, l'Auron sont conséquentes et se dirigent vers le centre du Bassin de Paris.

Historique. — En 1848 Dufrénoy ¹ distingue, au-dessus des marnes triasiques, et discordantes (?) sur ces dernières : 1° un Lias blanc comprenant une alternance de calcaire compact (calcaire pavé) et de calcaire dolomitique marneux ou caverneux avec des couches à petites huîtres ; c'est le niveau de la Lumachelle de Bourgogne. 2° Un Lias bleu généralement très marneux à Gryphées arquées (75 m au sondage de Sancoins). 3° Des marnes à Bélemnites et à Ammonites pyriteuses de la base de l'Oolithe. 4° Des calcaires à Entroques de l'Oolithe inférieure qui passent, à la Côte de Meillant, à des meulières, des sables, des niveaux à silex avec nombreux Polypiers, Pectinidés, etc... ; au-dessus, viennent encore des calcaires compacts terreux ou à cassure conchoïdale.

Deux ans plus tard, Boulanger et Bertera (1850) gardent les mêmes divisions ; ils distinguent dans les marnes à Bélemnites une partie inférieure plus bitumineuse et plus calcaire avec fossiles pyriteux, et une partie supérieure uniquement argileuse ; leur puissance atteindrait 150 m. Ils précisent que le calcaire à Entroques est peu épais : 6 à 10 m ; il débute par des couches noirâtres à « Gryphées cymbies » alternant avec des marnes ; il supporte, à Ignol, 0,20 m de calcaire à oolithes ferrugineuses. La grande Oolithe comprend à la base 15 m à 20 m de calcaire marneux à grain fin et rognons siliceux avec *Am. parkinsoni*, *Am. brongnarti*, *Am. polymorphus*...

En 1880 et 1881 Dagincourt publie une stratigraphie détaillée des environs de Saint-Amand ; sa coupe précise de l'Infralias sera reprise plus loin ; il reconnaît que le Lias inférieur marneux peu épais correspond à la partie supérieure de l'étage et subdivise le Lias moyen, marneux et épais, en 6 zones caractérisées par : *Gr. cymbium*, *Am. raricostatus*, *Am. ibex*, *Am. davœi*, *Am. margaritatus*, *Am. spinatus*. Sa coupe du Toarcien avec, à la base, un niveau de calcaire en plaquettes à Poissons, sera reproduite dans ma description.

Peu après de Grossouvre ² donne à son tour une succession détaillée du Lias de Saint-Amand, sensiblement identique à celle de Dagincourt ; il signale *Am. bucklandi* et *Am. bisulcatus* à la partie supérieure des calcaires infraliasiques, et distingue dans la zone à *Gryphæa cymbium*, une zone inférieure à *Am. obtusus* et une zone supérieure à *Am. ozynotus* ; il détaille les niveaux fossilifères de la zone à *Am. ibex* et mentionne l'existence à Germigny de phosphate de chaux dans la zone à *Am. obtu-*

¹ DUFRÉNOY et ELIE DE BEAUMONT, 1848, pp. 240-253.

² 1885 a, pp. 374-380 ; 1885 b, pp. 12-24 (368-380).

sus. Une série de coupes de l'Oolithe inférieure confirme la succession établie par Boulanger et Bertera, mais dans l'oolithe ferrugineuse de Tendron, deux niveaux fossilifères sont distingués; la série des calcaires bajociens de Saint-Amand est beaucoup plus épaisse, pauvre en fossiles, elle renferme des niveaux siliceux.

La légende de la feuille d'Issoudun de la Carte Géologique au 1/80.000^e, due à de Grossouvre, publiée en 1885, reprend, en la simplifiant, la stratigraphie de Dagincourt et de de Grossouvre. Celle de Saint-Pierre, publiée en 1888, n'ajoute rien de nouveau pour sa partie occidentale, due à Dagincourt. Ces deux cartes ont été réimprimées en 1941 sans modification ¹ pour la partie qui nous intéresse.

En 1888, à l'occasion de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dans l'Allier, quelques précisions sur les gisements furent encore donnés par de Grossouvre (1888 *a*, *b*, *c*).

Ainsi la stratigraphie du Lias et du Bajocien du Cher était déjà bien connue à la fin du siècle dernier; dans ce chapitre, je me contenterai d'en présenter les données d'une façon synthétique en m'appuyant sur les affleurements visibles aujourd'hui. Je préciserai à l'E l'âge de plusieurs niveaux du Lias inférieur, et je donnerai des coupes plus détaillées du Bajocien de la région de Nérondes.

Si je n'ai pu retrouver la collection que Dagincourt avait laissée au Musée de Saint-Amand, en revanche Maître Garbant, notaire dans cette ville, m'a permis d'examiner quelques échantillons qu'il avait rassemblés dans sa propriété de Vougon et M. Coin m'a guidé dans la région de Nérondes. C'est en compagnie de J. Ricour que j'ai revu rapidement une dernière fois les principaux affleurements de l'Hettangien de ce département.

RHÉTIEN ET HETTANGIEN

On attribue d'ordinaire au Rhétien inférieur une série de grès blancs tendres qu'on sépare, assez arbitrairement, d'autres grès rapportés au Trias; ces derniers renferment du gypse exploité à Lurey-Lévy; d'après de Grossouvre (1885 *b*, p. 12), il en existait aussi à l'E de Saint-Amand. Aucun fossile n'ayant été trouvé dans ces grès, leur appartenance au Rhétien n'est pas absolument prouvée. Des argiles vertes à débris de Poissons étaient généralement attribuée au Rhétien supérieur, je les rangerai plutôt dans l'étage suivant.

L'Hettangien est représenté par une très épaisse série de calcaires plus ou moins compacts, souvent dolomitiques, que je décrirai d'abord aux environs de Saint-Amand; je montrerai ensuite ses variations vers l'W autour du Châtelet, et vers l'E, jusqu'à Sancoins.

¹ Une erreur d'impression s'est introduite dans la région de Germigny, cf. *infra*, p. 79.

I. — Saint-Amand.

Les meilleures coupes de l'Hettangien se voient de part et d'autre de la vallée du Cher, au S de Saint-Amand; de nombreuses carrières ont été ouvertes autrefois sur les flancs du Petit Tertre et du Grand Tertre; la falaise (611,15 × 191,3) qui borde au SW la voie ferrée et le Cher, donne une bonne coupe de la base de l'étage; elle a déjà été décrite par Dagincourt (1881, pp. 225-226), on peut la résumer ainsi :

16 ? Marnes et calcaire marneux gris clair. 3 m.

Se décomposant en plaquettes à la partie supérieure, avec un niveau assez constant à écailles et débris de Poissons, fragments de plantes : *Brachyphyllum*? sp.; de Gros-souvre (1888 b, pp. 1105) cite à ce niveau *Diademopsis serialis*. La partie moyenne est plus compacte, mais à la base les bancs redeviennent plus marneux.

14 ? Calcaire feuilleté gris-bleu et marnes à très nombreuses *Ostrea sublamellosa*¹ DUNK., associées à quelques Gastéropodes, *Natica* sp. 0,70 m.
----- surface rubéfiée.

13 ? Calcaire jaune ou gris, compact, sublithographique, en bancs épais, appelé « calcaire pavé » dans la région; un ou deux lits plus marneux à *Ostrea sublamellosa* DUNK. sont intercalés au milieu de cette série; la base est formée de bancs moins réguliers un peu noduleux 6 m à 7 m.

12 ? Calcaire marneux se décomposant en blocs irréguliers et calcaire à grain très fin, en plaquettes souvent couvertes de fossiles : 1 m.

Diademopsis sp., fragment de test et nombreuses radioles.

Bourguetia zenkeni TERQ.

Promathidia turritella DUNK.

Modiola hoffmanni NILSON.

Isocyprina porrecta DUM.

Gervilleia hagenovi DUNK.

Ostrea sublamellosa DUNK.

Gervilleia cf. *rhombica* COSSM.

10 ?-11 ? Alternance de calcaire marneux tendre, gris clair, de calcaire marneux dolomitique jaune clair ou rose, de marnes jaunes et d'argiles vertes; les calcaires dolomitiques contiennent souvent de nombreuses mauvaises empreintes de Lamellibranches et deviennent facilement caverneux visible sur 5 m à 6 m.

A 4 m du sommet, des argiles vertes ont donné de nombreuses écailles et débris de Poissons, et une bonne partie de la dentition d'*Eomesodon liasicus* EGERTON², et des débris de plantes cf. *Cheirolepis muensteri* SCHENK³.

Un peu au N, près d'un petit passage à niveau, le bas du talus montre des grès.

A 4 km au SE, dans une ancienne carrière dominant la voie ferrée, en face de Dre-vant (613,65 × 187,7), on voit encore mieux ces couches de base; les calcaires marneux

¹ Cette huître est très voisine d'*Ostrea hissingeri* NILSON, peut-être même, les deux formes sont-elles identiques.

² DE SAINT-SEINE, 1949, pp. 334-335.

³ Détermination de M. le Chanoine Carpentier,

plus ou moins dolomitiques jaune clair ou brun-rosé, fréquemment remplis de mauvais moules de Lamellibranches : *Gervilleia*?, *Isocyprina*?, *Mytilus*?, alternent pendant environ 8 m avec des argiles vertes qui ont donné des écailles de Poissons à divers niveaux; les calcaires dolomitiques, eux aussi, renferment des écailles à 3 m de la base; la partie supérieure d'une couche d'argile verte est riche en débris de lignite.

En-dessous de ce complexe, viennent 0,70 m de calcaire dolomitique brun très gréseux, puis un mètre d'argile sableuse rouge et verte, et finalement des grès blancs.

La Carte Géologique attribue ces grès et les argiles vertes au Rhétien, s'appuyant, semble-t-il, sur la présence de débris de Poissons pour assimiler ces couches au Bonned. Or des débris analogues se rencontrent encore 12 m plus haut, vers le sommet du « calcaire pavé »; ce dernier a toujours été rangé dans l'Hettangien, la faune de Lamellibranches et les *Diademopsis* qu'il renferme, corroborent cette opinion.

Il me semble aussi simple de ranger également dans l'Hettangien les couches d'argile verte à écailles de Poissons et les calcaires dolomitiques intercalés; leurs moules de Lamellibranches rappellent ceux de la région de La Châtre; d'ailleurs le type anglais d'*Eomesodon liasicus* EGERT. vient très probablement de l'extrême base de la zone à *P. planorbe*. Quant aux grès, il est plus difficile encore de préciser leur âge.

L'Hettangien inférieur du Cher comprendrait ainsi, de bas en haut :

1° Un complexe de calcaire dolomitique à empreintes de Bivalves et d'argile verte à écailles de Poissons (8 m) avec *Eomesodon liasicus* EGERT.

2° Un calcaire compact sublithographique, le « calcaire pavé » avec quelques bancs plus marneux; il est épais de 6 m à 7 m le long de la voie ferrée; de Grossouvre lui donne 10 m à 15 m; il se termine par une surface rubéfiée ou perforée.

3° Un niveau très constant de marnes feuilletées et de calcaire marneux à nombreuses *Ostrea sublamellosa* DUNK. (14 a²).

4° Des calcaires marneux gris clair ou jaunes, se débitant en plaquettes, avec des niveaux à écailles de Poissons et des débris de plantes (3 m environ) (14 b).

Je rangerai, par simple commodité et pour des raisons lithologiques, dans l'Hettangien moyen et supérieur, les couches suivantes formées par des calcaires marneux plus dolomitiques, tantôt très friables, tantôt caverneux, tantôt à débit prismatique; ils affleurent sur 8 m à 9 m d'épaisseur le long de la voie ferrée, au S de la coupe précédente, grâce au pendage S des couches et à une petite faille. A 2 m de la base, plusieurs carrières du Petit Tertre (entre 611,9 et 612,2 × 190,5 et 190,8) montrent des calcaires caverneux associés à des sables et à des argiles rouges et vertes; quelques bancs fossilifères renferment *Mytilus* sp.?, *Gervilleia rhombica* COSSM. L'ensemble de ces couches calcaréo-marneuses aurait de 20 m à 30 m d'après de Grossouvre (1885^b, p. 13) et 30 m environ d'après Dagincourt (1881, p. 227).

Enfin le sommet de la formation est constitué par des calcaires compacts gris clair ou jaunes qui, à la loupe, se montrent constitués par de nombreux petits débris clairs, roulés, dans un ciment de calcaire marneux plus foncé; ils sont exploités en de nombreux points du plateau qui domine au SW la voie ferrée entre Orval et La Groutte. Plusieurs carrières (611,6 × 189,4, 612,1 × 188,9 etc.) montrent, à la partie supérieure, des bancs clairs, à structure finement oolithique ou pseudoolithique, qui contiennent quelques moules internes de Cardinies, et de Gastéropodes. Par contre près de Bouzais, à la bifurcation des routes de Fosse Nouvelle et de Poisieux (610,9 × 189,35), une petite excavation montre des calcaires marneux blancs à fines taches noires, légèrement caver-

neux, avec *Gervilleia conimbrica* CHOFF., *Modiola* aff. *hofmanni* NILS., en bancs sensiblement horizontaux (pendage 1° ENE. 1/2° SSE); les champs au-dessus montrent des calcaires gris-bleu, légèrement cristallins, avec Gryphées et *Mactromya liasina* AGASS.; je n'y ai recueilli aucune Ammonite. A l'W, brusquement, les couches subissent une forte inflexion ou sont abaissées par une faille. En effet à l'W de la rivière, la Loubière, en 610,6 × 189,3, on observe très en contre-bas, des calcaires marneux gris assez fossilifères : *Arnioceras* cf. *falcarius* QUENST. à côtes peu arquées, *Metarnioceras* cf. *shepardii*? SPATH, *Metacymbites* sp., *Spiriferina walcotti* SOW., *Pecten acuticostatus* MUNST. : faune de la base du Sinémurien supérieur. Plus au S, au tournant de la route de Fosse Nouvelle (610,95 × 188,9), on voit bien la flexure; de grosses dalles calcaires (Hettangien ?) prennent un pendage de 25° WSW.

Si on cherche à dater l'ensemble de ces couches, on est gêné par la rareté des fossiles caractéristiques. J'ai déjà établi l'âge hettangien inférieur probable du calcaire pavé et du complexe d'argile verte et de calcaire dolomitique à débris de Poissons; nous n'avons plus ensuite aucun repère assuré avant les calcaires marneux à *Arnioceras* du Sinémurien supérieur. On est donc amené à rapporter à l'Hettangien et au Sinémurien inférieur l'épaisse série de calcaire marneux et dolomitique qui ne renferme qu'une faune rare et banale; les quelques moules de Cardinies et de Gastéropodes des bancs pseudoolithiques de la partie supérieure ne nous éclairent pas davantage. Cependant de Grossouvre (1885 b, p. 14) cite, à côté des formes hettangiennes, *Ammonites bucklandi* et *Am. bisulcatus*, et il conclut que la série des calcaires marneux et dolomitiques se poursuit dans le Sinémurien inférieur. Bien que je n'aie pu retrouver aucune faune caractéristique, j'admettrai cette conclusion.

II. — Ouest de Saint-Amand.

A l'W on retrouve une succession analogue, mais d'après Dagincourt (1881, p. 227) les couches seraient moins épaisses.

Je les ai observées au Châtelet et à Saint-Jeanvrin. Sur la route de Saint-Amand au Châtelet, à 1,4 km. environ de ce dernier, une carrière montre 7 m de calcaire marneux tendre, blanchâtre, un peu tacheté de noir et probablement dolomitique; la vigne, située immédiatement au-dessus, renferme des fragments de calcaire gris un peu marneux à nombreux débris, avec des Gryphées arquées de petite taille et des fragments d'*Arnioceras* sp., *Metarnioceras* sp., et *Spiriferina* sp., *Zeilleria* sp., *Pentacrinus tuberculatus* MILL.; cette faune rappelle celle du Sinémurien supérieur de Saint-Amand. Les 7 m de calcaire de la carrière doivent être rapportés à l'Hettangien et au Sinémurien inférieur comme à Saint-Amand, mais ils sont encore moins fossilifères ici; en particulier, je n'ai pas retrouvé le niveau repère à nombreuses *Ostrea sublamellosa* DUNK.; Dagincourt insistait déjà sur la pauvreté en fossiles de ces bancs. Je n'ai pu mesurer leur épaisseur totale.

A Saint-Jeanvrin, leur épaisseur est de 20 m environ; le long de la route de Beddes (591,3 × 178), ils sont exploités sur 10 m. Ce sont des calcaires jaunes terreux, un peu moirés, très peu fossilifères; quelques niveaux légèrement caverneux cependant montrent une accumulation de coquilles de Lamellibranches et de Gastéropodes peu déterminables : *Isocyprina* sp. *Procerithium quinquegranosum* COSSM., *Neritina can-*

nabis TERQ. Au NE du village de Saint-Jeanvrin, les pentes qui dominent l'étang montrent 15 m à 20 m de calcaire blanc jaunâtre à grain fin, dolomitique, tantôt moiré ou moucheté de brun, tantôt très doux au toucher et finement poudreux; ils reposent sur des argiles vertes et rouges; certains bancs renferment de nombreux Lamellibranches, *Gervilleia rhombica* COSSM. et formes voisines, *Modiola hoffmani* NILS., *Modiola rustica*? TERQ., *Isocyprina* aff. *germari* DUNK., *Anatina* sp. et quelques écailles et dents de Poissons; ils reposent sur des argiles vertes et rouges. Dans le village même, 15 m environ sous le sommet des argiles, un puits a traversé 10 m de sable blanc argileux feldspathique et micacé (Trias ou Rhétien ?). Au sommet de la pente, à environ 15 m au-dessus des argiles, on voit un niveau assez épais de rognons siliceux plus ou moins caverneux et de silex qui semblent intercalés dans la série calcaire : ce serait le prolongement des « Jaspes » du Chaumois que nous avons étudiés aux environs de La Châtre. Un peu à l'E, à la Jarrée, je les ai vus sur au moins 3 m d'épaisseur avec quelques fossiles, *Gervilleia* sp.; c'est le point le plus oriental où ces silex sont connus. A l'W ils présentent des variations d'épaisseur : ainsi à 600 m à l'W de Saint-Jeanvrin, ils sont très réduits et semblent surmontés rapidement par des calcaires bleus à débris et petites Encrines qui pourraient déjà appartenir au Sinémurien.

La partie supérieure de ce dernier étage est bien visible à l'W de Beddes, où il est exploité sur 2 m; sa composition rappelle celle de la Châtre; à la base c'est un calcaire bleu assez cristallin devenant brun-roux en surface :

Gryphæa sp. du groupe de *G. arcuata* LMK.

Arnioceras cf. *miserabile* QUENST.

Arnioceras densicosta QUENST. Jura, pl. 7, fig. 7; Am., pl. 13, fig. 7.

Pararnioceras? aff. *nodosaries* QUENST. Am., pl. 17, fig. 3, nettement tricaréné.

Cardinia philea D'ORB... etc...

Au-dessus vient une alternance de calcaire plus marneux gris clair et de marnes feuilletées à assez nombreuses Gryphées arquées, *Pecten acutiradiatus* MUNST. etc...

III. — A l'Est de Saint-Amand.

Entre Bessais et Sancoins, les calcaires hettangiens sont toujours très développés; encore plus épais et souvent plus compacts qu'à Saint-Amand, ils sont moins dolomitiques et ont donné lieu à de nombreuses exploitations : Le Clou (632,4 × 196,45), La Roche (632,8 × 196,4), Liénèsse (633,7 × 197,75), Neuilly-en-Dun, Le Plaid (635,2-3 × 191,75), Venoux (637,05 × 194,1 et 637,25 × 194,1), La Richarderie (639,85 × 197,4), La Rencontre (vers 640 × 205,2, etc.). Certaines ont un front de plus de 10 m de haut, mais en l'absence de coupes naturelles comme celle de la vallée du Cher à Saint-Amand, il est difficile d'évaluer l'épaisseur de la formation. L'interprétation de la coupe du sondage de Rhimbé (631,55 × 198,55) lui donne au moins 30 m (20,41 m à 50,21 m), et peut-être plus (13,35 m à 20,41 m) et celle du sondage de Sancoins (644,1 × 203,8) plus de 50 m probablement (180 m à 237 m); en tous cas à Lézières (638,55 × 196,4), au S d'Augy-sur-l'Aubois, un puits est resté pendant 37 m dans les calcaires et les marnes hettangiennes.

La roche exploitée est un calcaire blanc ou gris clair, souvent riche en petits débris roulés qui lui donnent une structure pseudoolithique; quelquefois il est formé d'une accumulation de petites coquilles de Lamellibranches; fréquemment il est beaucoup

plus compact, à grain fin, cassure presque conchoïdale; il semble que la partie inférieure soit plus oolithique et plus résistante, la partie supérieure un peu plus marneuse et plus tendre. La faune est peu variée et difficile à dégager en dehors des *Ostrea sublamellosa* DUNK. qui abondent dans certains niveaux marneux :

Cardinia sp.

Mytilus sp.

Promathildia semele D'ORB.

Cœlostylina morencyana PIETTE.

Zygopleura verrucosa TERQ.

Zygopleura sp.

Tretospira carinata TERQ.

Pentacrinus psilonoti QUENST. et un fragment d'Oursin.

Heterastrea sinemuriensis DE FROM.

Araiocœnia sinemuriensis DE FROM.

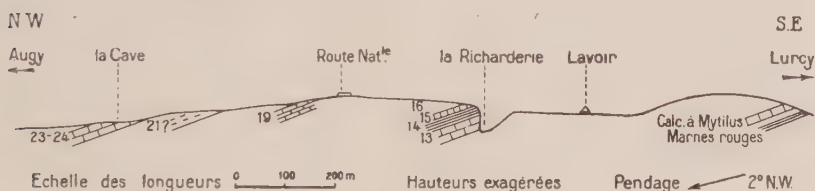


Fig. 9. — Lias inférieur d'Augy-sur-Aubois.

Une série d'observations le long de la route d'Augy à Lurcy-Lévy permet de préciser un peu la position stratigraphique de ces calcaires (fig. 9) :

22-24. Au N de la route nationale 161 bis, dans les champs en face de « La Cave » (639,3 × 198) on est sur des calcaires gris-bleu assez cristallins à nombreux débris, *Gryphæa arcuata* LMK., *Arietites* sp.; des calcaires analogues du même âge ou un peu plus élevés stratigraphiquement s'observent près des Halards (640,5 × 199,45) et dans la tranchée du chemin de fer économique à l'W de la station du Rhimbé (631 × 198); par leur faune, ils appartiennent au Sinémurien supérieur : *Arnioceras* cf. *falcaries* QUENST., Am., pl. 13, fig. 14, côtes plus nombreuses, *Arnioceras* cf. *acuticarinatum* SIMPS. : BUCKM, Y. T. A., pl. 40, plus épais, etc...

21. Un peu au S, on voit des calcaires blanchâtres, moins cristallins, avec de nombreuses *Mactromya liasina* AGASS. et d'autres Myaires; elles forment dans la région un bon niveau repère.

19. Juste avant la route nationale, on voit dans les champs des calcaires bruns cristallins à grain fin et des calcaires moirés ponctués de noir.

A 300 m au S de la route nationale, la carrière de la Richarderie montre de haut en bas :

16. Calcaire marneux blanchâtre.

15. Banc compact de calcaire gris, à grain fin 0,80 m.

14. Calcaire marneux blanc en plaquettes ou en rognons et marnes feuilletées; très nombreuses *Ostrea sublamellosa* DUNK. à la base; ce niveau à nombreuses huîtres sem-

ble très constant dans les environs comme à Saint-Amand, mais je ne l'ai pas trouvé à Saincoins 1,10 m.

----- surface perforée.

13 c. Calcaire compact gris ou brun, à nombreux débris roulés; structure pseudoolithique. 1 m.

13 b. Calcaire plus marneux, à grain plus fin, structure pseudoolithique moins marquée 2 m.

----- surface perforée.

13 a. Calcaire gris-bleu, très finement pseudoolithique 1,20 m.

A 1 km environ au S, dans les champs, le long de la route, on peut ramasser quelques blocs de calcaire gris-brun, compact, à nombreuses sections de coquilles à test orangé, des plaques de calcaire blanc très gréseux à *Mytilus*; puis des marnes rouges. On peut admettre que nous avons là la base de l'Hettangien; il affleure donc sur 1,5 km, le pendage des couches selon la direction de la coupe est de l'ordre de 2°, ce qui leur donne une épaisseur de 40 m environ.

La base de l'étage se voit encore bien, au N de Valigny, dans les terrassements d'un poste d'écoute allemand (635,6 × 191,5) : 1 m de calcaire brun gréseux et dolomitique et de calcaire marneux en plaquettes repose sur des argiles vertes et rouges.

IV. — Extrémité NE.

Au N de Saincoins, à Germigny, le Sinémurien est épais et calcaréo-marneux; l'Hettangien, compact à sa partie supérieure.

Une grande carrière, près du croisement de la route de Martoux (643,1 × 213,95), montre 9 m de calcaire marneux à Gryphées en bancs compacts, séparés par des marnes, abondantes surtout dans la partie moyenne. Les Ammonites sont rares : *Arnio-ceras* sp. à la base, *Arietites falsani* Dum. dans la partie moyenne, ce qui date la formation du Sinémurien supérieur, et peut-être du sommet du Sinémurien moyen.

Au sommet, quelques concrétions phosphatées, renferment des fossiles lotharingiens, *Asteroceras* sp., etc...

Une deuxième carrière plus à l'E, à 1,3 km du village (643,55 × 214,15) montre le passage du Sinémuren à l'Hettangien; de haut en bas :

21. Calcaire bleu violacé, à altération brune, assez cristallin et riche en débris de coquilles; certains bancs sont perforés 0,80 m.

Coroniceras cf. *rotiforme* Sow., cf. Wright, pl. 5, fig. 1, côtes plus proversées, tours moins hauts.

Gryphæa arcuata Lmk.

Mactromya liasina Agass.

Zygopleura morencyana Terq.

Promathildia semele D'Orb.

Promathildia sp.

Procerithium dumortieri Martin.

Pinna sp.

20^p Calcaire blanc assez marneux, en blocs irréguliers et marnes blanches. 1 m.

Schlotheimia scolioptycha WÄHNER, pl. 23, fig. 13, ombilic plus ouvert.

Mactromya liasina AGASS.

Gastéropodes et Lamellibranches, petite taille.

19. Calcaire marneux gris, très compact, à cassure conchoïdale avec quelques débris de coquilles; *Mactromya liasina* AGASS. assez fréquent. 4 m.

La couche (19) est hettangienne, la couche (21) est franchement sinémurienne, la couche (20^p) l'est probablement aussi avec sa *Schlotheimia* que WÄHNER range dans le niveau à *C. rotiforme*.

A 1,6 km du village, toujours sur la route de la Guerche, une troisième carrière, envahie par la végétation, exploitait au moins 6 m de calcaire assez marneux, noduleux, en bancs irréguliers à *Mactromya liasina* AGASS. et Gastéropodes; ces couches hettangiennes sont couronnées par quelques décimètres de calcaire plus cristallin, à patine brune, du Sinémurien avec *Gryphæa arcuata* LMK. assez fréquente.

La réimpression de la carte géologique, feuille de Saint-Pierre (135) indique à l'emplacement de ces deux dernières carrières un affleurement de Bathonien (Vésulien) qui recouvre même une faille affectant le Lias inférieur. J. Dautry (1950) s'appuie sans doute en partie sur ces contours pour parler de « Vésulien transgressif et... discordant sur l'Hettangien et le Sinémurien après avoir recouvert une faille anté-vésulienne nivelée ». Cependant, il s'agit probablement d'une simple erreur de figuré à la réimpression. La première édition portait en effet, au N comme au S du ruisseau de Germigny, une faille séparant le Bathonien inférieur (Vésulien) de l'Hettangien. J'ai vérifié qu'au N du ruisseau la limite entre le Bathonien et le Lias inférieur se situait à 80 m environ à l'W de la route menant au château Renaud, dans la partie basse (643,9 × 214,2-3) d'un champ cultivé, soit légèrement à l'E du tracé de la 1^{re} édition; la faune de Lamellibranches et l'aspect différent des deux calcaires marneux permet de les séparer assez exactement. Contrairement aux observations de J. Dautry, je n'ai pu trouver aucun affleurement de Bathonien à l'W de cette faille; il n'y a donc pas transgression de cet étage sur une faille nivelée. Dans les prés, situés plus au N, les observations sont impossibles et je n'ai pas vu comment s'effectuait le relais de la faille par la suivante légèrement décalée vers l'E.

V. — Extrémité SE.

Au S de Sancoins, à Lurcy-Lévy, l'Hettangien est formé par un calcaire brun à grain fin, souvent dolomitique et caverneux, et un calcaire marneux jaune moiré, en bancs épais séparés par des argiles vertes et brunes. Ils sont visibles sur 7 m dans les carrières de l'Arpentin (644,4 × 192,3).

Dans les champs, au-dessus de la carrière, on retrouve un niveau de calcaire blanc à nombreuses *Mactromya liasina* AGASS., puis des calcaires gris un peu cristallins à Gryphées. Sept mètres environ au-dessus de l'Hettangien, viennent des calcaires très marneux à petites Rhynchonelles, Ammonites pyriteuses et *Belemnites oppeli* MAYER, du Lotharingien.

Une petite carrière à la Font-Aubin (643,5 × 190,1) montre bien le Sinémurien, de haut en bas :

23 b. Calcaire marneux en bancs irréguliers avec un banc plus régulier à la base :
 0,60 m.

Gryphæa sp.; *Mya* sp.

Spiriferina tumida v. BUCH.

Zeilleria sp. = *T. perforata* DESL., 1862, pl. 9, fig. 2, non PIETTE, et petites formes voisines moins épaisses.

Zeilleria aff. *arietis* QUENST., petite taille.

Pentacrinus tuberculatus MILL.

23 a. Calcaire marneux blanc compact, en blocs irréguliers arrondis, séparés par des marnes feuilletées. 1,40 m.

A 0,35 m du sommet : *Vermiceras*? cf. *latisulcatum* QUENST. Am., pl. 12, fig. 1; côtes un peu plus arquées et plus nettement tuberculées.

22 b. Calcaire brun plus compact, légèrement cristallin. 0,30 m.

Coroniceras costosum QUENST. Am., pl. 10, fig. 1, costulation plus espacée dans les tours internes.

22 a. Calcaire gris-brun, à nombreux débris de coquilles et d'Encrines, sections de fossiles mis en relief par l'érosion : 0,35 m.

Arnioceras sp.

Cardinia sp.

Gryphæa arcuata LMK.

21 b. Calcaire marneux gris compact, en blocs irréguliers et marnes : . . . 0,80 m.

Mactromya liasina AGASS., abondante.

21 a. Calcaire identique en banc compact épais : 0,70 m.

Mactromya liasina AGASS., moins abondante.

(21 a, b) appartient probablement à la zone à *C. rotiforme*; (22 a et b) sont de la zone à *C. bucklandi*. Je range les calcaires marneux du sommet (23 a) et (23 b) dans le Sinémurien supérieur; le *Vermiceras*? de (23 a) est sans doute l'une de formes que Spath (1924, p. 203) signale comme pouvant être confondue avec les *Vermiceras* typiques de la base du Sinémurien.

Résumé de l'Hettangien et du Sinémurien. — Dans le Cher, l'Hettangien est formé par une importante série de calcaires, tantôt compacts ou pseudoolithiques, tantôt plus marneux, parfois dolomitiques et caverneux, avec quelques intercalations de marnes vertes ou brunes; très épais dans la région de Saincoins (50 m) et de Saint-Amand (40 m), il diminue d'épaisseur vers l'W (20 m à Beddes); dans la partie orientale, les calcaires caverneux et dolomitiques sont plus développés au S (Lurcy-Lévy) qu'au N (Saincoins et Germigny).

Quelques radioles et fragments de test d'Oursin, ainsi qu'un niveau à Poissons, permettent, à Saint-Amand, de dater la base de l'Hettangien inférieur; ailleurs la faune de Lamellibranches et de Gastéropodes est assez banale, seule *Ostrea sublamellosa* DUNK. est abondante et constitue localement, par ses accumulations, un niveau repère. La présence d'Oursins, de

Polypiers à divers niveaux, montre que la série est au moins en bonne partie marine mais peu profonde.

Cette série comprend uniquement l'Hettangien à l'E (Germigny, Lurcy). A Saint-Amand et au Châtelet elle pourrait comprendre aussi une partie du Sinémurien, puisque le premier niveau superposé bien daté est sinémurien supérieur.

Le Sinémurien est complet à l'E : la zone à *C. rotiforme* a été reconnue à Germigny, la zone à *C. bucklandi* est nette à Lurcy-Lévy. Le Sinémurien supérieur calcaréo-marneux, épais à Germigny, semble être plus réduit à Lurcy, où l'ensemble de l'étage a environ 5 m. Au centre et à l'W du département, seul le Sinémurien supérieur calcaréo-marneux est sûrement représenté (Le Rhimbé, Bouzais, Le Châtelet). A l'extrémité occidentale on retrouve à ce niveau le calcaire roux cristallin peu épais du même type que celui de La Châtre. Enfin notons que presque partout un niveau de calcaire marneux blanc à nombreuses *Mactromya liasina* AGASS. marque le commencement de l'étage ; à l'E, il est lié à la zone à *C. rotiforme* comme dans le S de la Nièvre ; ailleurs il n'a donné aucun fossile caractéristique et il pourrait appartenir à une zone un peu plus élevée.

LOTHARINGIEN

Dans toute la région, sauf à l'extrémité NE, cet étage est constitué par une alternance de marnes et de calcaire marneux tendre.

Dans la partie occidentale du département du Cher, ce sont toujours des marnes feuilletées grises avec quelques bancs plus calcaires ; elles renferment des Gryphées du groupe *G. cymbium* LMK., *Pecten acutiradiatus* MUNST. etc..., on les voit en de nombreux points par exemple au bord de la route de Saint-Amand au Châtelet, à 1,2 km de ce dernier (597 × 182,25). Le chemin qui descend de la petite Planche au moulin des Graveux sur l'Arnon (603,3 × 185,15) ¹ montre quelques bancs de calcaire marneux gris assez compact surmontés par des marnes à nombreuses *Spiriferina walcotti* SOW. (formes larges et étroites), *Gryphæa cymbium* LMK., *Pecten acutiradiatus* MUNST., *Rhynchonella* sp. du groupe de *R. oxynoti* QUENST., *Zeilleria* sp. (cf. *T. perforata* DESL. P. F., pl. 9, fig. 2), *Zeilleria* cf. *cor* LMK. étroite, *Pentacrinus subsulcatus* MUNST.

La ville de Saint-Amand est bâtie sur ces marnes ou sur des alluvions récentes ; ainsi on peut ramasser des *Gryphæa cymbium* LMK. dans le jardin du Presbytère en face de l'Eglise. Mais les observations sont plus faciles à 5 km au S, dans les talus de route ou les champs des environs de Poisieux. La partie inférieure de l'étage est formée de calcaire marneux et de marnes (zone à *A. obtusum*) :

Agassicerias aff. *personatum* BEAN-SIMPS : BUCKM. T. A., pl. 187, plus épais, côtes plus marquées.

Gryphæa cymbium LMK.

¹ Cf. DAGINCOURT, 1881, p. 230.

Belemnites acutus MILL.
Pholadomya glabra AGASS.
Plicatula sp.
Radula duplicata Sow.
Spiriferina walcotti Sow.
Spiriferina tumida v. BUCH.

La partie supérieure, plus marneuse, moins épaisse d'après Dagincourt, correspond aux zones à *O. oxynotum* et *E. raricostatum*¹ comme le montre la faune de petites Ammonites pyriteuses que j'ai recueillie dans le champ des Concires du Domaine des Billaudats (611,7 × 186,3) :

Oxynoticerias oxynotum QUENST.
Oxynoticerias sp.
Echioceras (*Leptechioceras*) *nodotianum* D'ORB.
Echioceras sp. du groupe de *E. rhodanicum* S. BUCKM.
Echioceras sp. du groupe de *E. raricostatum* ZIETEN.
Echioceras (*Plesechioceras*) sp. du groupe de *E. delicatum* S. BUCKM.
Belemnites acutus MILL.
Gryphæa sp. du groupe de *G. cymbium* LMK.
Zeilleria numismalis LMK.
Rhynchonella calcicosta QUENST.
Rhynchonella cf. *fronto* QUENST.
Rhynchonella sp. du groupe de *R. oxynoti* QUENST....

On retrouve la même faune dans les vignes au NW de Colombier avec, en outre, *Spiriferina tumida* v. BUCH et une petite *Zeilleria* du groupe de *Z. darwini* DESL., fréquente dans la région à ce niveau. D'après de Grossouvre et Dagincourt, ce Lotharingien aurait 20 m à 30 m d'épaisseur.

A l'E de Saint-Amand, des marnes et calcaires marneux de même âge ont été traversés par la tranchée du canal du Berry, à la partie orientale du Bois de Trousse, vers 628,5 × 194,5, et au N d'Augy-sur-l'Aubois en 639,4-5 × 200,25. En ce point, à 100 m à l'E d'un petit pont, on peut relever, dans les berges du canal, la coupe suivante, de haut en bas :

30^e Marne et calcaire marneux feuilleté, pyriteux, gris-bleu avec petites vermiculations plus claires : 1 m.

Belemnites sp., *Rhynchonella* sp.

29 c. Banc de calcaire marneux plus compact : 0,30 m.

Deroceras armatum Sow. : WRIGHT, pl. 28, fig. 3-5 et forme voisine à côtes et tubercules plus forts.

Echioceras (*Euechioceras*) sp., fragments.

Echioceras (*Euechioceras*) *bohemi* HUG.

Echioceras aureolum SIMPS. : BUCKM. Y. T. A., pl. 96.

Echioceras (*Orthechioceras*?) *subquadratum* S. BUCKM. = A. cf. *conybeari* HUG., 1899, pl. 12, fig. 3-4.

Echioceras (*Euechioceras*) *ophioides* D'ORB., P. F., pl. 64, fig. 3-5.

¹ DE GROSSOUVRE (1885 b, p. 16), distingue ces deux zones ; DAGINCOURT (1884, p. 230), ne parle que d'une zone à *E. raricostatum*.

Belemnites (Passaloteuthis) rudis PHILL. et autres Bélemnites.
Avicula sinemuriensis D'ORB.

29 b. Marnes feuilletées et un gros banc de calcaire marneux 1 m.

29 a. Marnes feuilletées et deux petits bancs de calcaire marneux tendre 0,80 m.

Deroceras sp., grande taille.

Echioceras favrei HUG., 1899, pl. 12, fig. 6.

Echioceras (Plesechioceras) du groupe de *E. nodiotianum* D'ORB.

Echioceras sp., nombreuses petites formes à côtes fines et faible carène cf.

E. microdiscus QUENST. Am., pl. 24, fig. 9 seule.

Echioceras aff. *carusense* D'ORB. P. F., pl. 84, côtes plus nombreuses et plus nettes.

Belemnites pl. sp.

Rhynchonella cf. *calcicosta* QUENST.

Rhynchonella cf. *thalia* D'ORB., plus petite, moins épaisse.

28 b. Marnes et gros banc de calcaire marneux : 0,60 m.

Echioceras (Plesechioceras?) sp., fragments.

Belemnites pl. sp.

Gryphæa cymbium LMK.

Radula pectinoides SOW.

Plicatula sp.

Rhynchonella fronto QUENST., abondante.

Spiriferina tumida v. BUCH.

28 a. Marnes et calcaire marneux visible sur 1 m.

Echioceras? sp., petite taille.

Deroceras sp., empreinte.

Gryphæa cymbium LMK.

Belemnites sp.

Rhynchonella sp.

Toutes ces couches appartiennent au Lotharingien supérieur, zone à *E. raricostatum*.

Au NE de notre région, à Germigny, le faciès du Lotharingien est différent :

Ce sont des calcaires marneux compacts gris ou bleu clair à nodules phosphatés; ils renferment *Gryphæa cymbium* LMK., *Zeilleria cor* LMK., *Spiriferina walcotti* SOW. etc. Au-dessus de ces calcaires, au voisinage de la surface du sol, de nombreux nodules phosphatés se sont accumulés localement et ont été exploités autrefois. De nouveaux essais faits en 1942-1944 ont été vite abandonnés. Dans quelques nodules extraits, j'ai recueilli (644,05 × 215,75) :

Asteroceras sp., *Arnioceras* sp.

Arietites sp. du groupe de *A. turneri* SOW.

Gryphæa cymbium LMK. abondante; sa coquille n'est pas phosphatée.

Spiriferina walcotti SOW.

Pholadomya glabra AGASS., etc...

Ce faciès calcaréo-marneux à nodules phosphatés contraste avec le faciès marno-calcaire assez épais (30 m) du reste du département.

PLIENSBACHIEN

Cet étage, marneux lui aussi, et bien développé dans la région, ne peut se séparer du précédent que par sa faune.

A l'W, dans la vallée de la Sinaise, le long de la route nationale 151 bis (589,7 × 181,85) et au S de Charpagne (589,6 × 182,2), on voit des marnes et des calcaires marneux tendres à Bélemnites et à Ammonites pyriteuses, *Uptonia* sp., *Acanthopleuroceras* sp.; elles correspondent aux deux zones inférieures du Pliensbachien à *U. jame-soni* et *T. ibex*.

La zone à *P. davæi* contient quelques bancs de calcaire marneux très compact qui affleurent dans le fossé de la route de Charpagne au Moulin Jouannet (589,25 × 182,45) :

Prodactylioceras davæi Sow.

Oistoceras orbignyi SPATH Liparo., pl. 22, fig. 3, côtes un peu plus nombreuses.

Oistoceras sp.

Phylloceras loscombi? Sow.

Mais des marnes à Ammonites pyriteuses forment cependant le sommet de cette zone, car dans les champs près du moulin Jouannet, et au pied du chemin des Vignes, on rencontre de petits *Oistoceras* sp. associés aux fossiles limoniteux du Domérien.

Au croisement de la route nationale 151 bis et du chemin de Beddes à Maisonnais (590,9 × 181,75), une ancienne exploitation montre 5 m à 6 m de marnes grises reposant sur des bancs un peu plus calcaires; les marnes m'ont donné un fragment de *Phricodoceras taylori* Sow., *Spiriferina* sp., *Rhynchonella* sp. et de nombreuses Bélemnites (*B. araris* Dum. etc.) : c'est la base du Pliensbachien, le calcaire marneux inférieur pourrait appartenir encore au sommet du Lotharingien (?).

Le Pliensbachien de Saint-Amand est célèbre; les gisements des Cottards et du bois de Trousse ont fourni à d'Orbigny les types ¹ de nombreuses espèces : *Ammonites acteon*, *ægion*, *boblayei*, *maugenesti*, *valdani*, *regnardi*, *centaurus*, *mulicus*, *lynæ*, *coynarti*, *grenouillouri*. Il n'est malheureusement plus possible aujourd'hui, étant donné l'état des affleurements, de relever une coupe stratigraphique détaillée des gisements.

Celui des Cottards est un vieux chemin très large, en partie envahi par l'herbe, et encaissé à sa partie orientale dans des marnes et calcaires très marneux, les fossiles ont été plus ou moins entraînés par les eaux et sont presque tous brisés; les vignes voisines sont également fossilifères, mais nulle part il n'est possible de retrouver le

¹ A vrai dire d'Orbigny n'a jamais considéré d'holotypes : il avait une conception de l'espèce très large, ses figures sont généralement synthétiques s'appuyant sur des fossiles de provenances variées.

détail de la succession stratigraphique; les fossiles de la zone à *U. jamesoni*, peu abondants, sont mélangés à ceux de la zone à *T. ibex* très nombreux¹ :

Uptonia jamesoni SOW., rare.

Uptonia bronni ROEMER, rare.

Tragophylloceras ibex QUENST. Am., pl. 37, fig. 15 et nombreuses formes voisines.

Tragophylloceras? cf. *numismale* QUENST. Ceph., pl. 6, fig. 5, flancs et bord externe plus aplatis.

Acanthopleuroceras maugenesti D'ORB. P. F., pl. 70.

Acanthopleuroceras valdani D'ORB. P. F., pl. 71 et très nombreuses formes intermédiaires et voisines.

Beaniceras centaurus D'ORB. P. F., pl. 76, fig. 3-4 typique et variétés *subcrassa* SPATH et *cherensis* SPATH.

Deroceras venarense OPPEL, 1862, pl. 42, fig. 1 et forme voisine à fines côtes aboutissant à un gros tubercule comme dans l'*A. armatus* OPPEL, 1853, pl. 1, fig. 4.

Liparoceras sp., jeune.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

Zeilleria numismalis LMK.

Rhynchonella rimosa v. BUCH.

Rhynchonella sp.

Opis carusensis D'ORB.

Belemnites pl. sp.

La tranchée du canal dans le bois de Trousse (627 × 193,5 à 628,8 × 195) ne permet plus maintenant d'observations continues : les déblais et les berges sont presque partout couverts de végétation et l'on ne peut plus trouver que de rares et très petites Ammonites; les Bélemnites et les Brachiopodes sont plus fréquents. Pour la stratigraphie de détail, il faut se contenter des observations rapportées par de Grossouvre (1885 b, pp. 18-19) que l'on peut résumer ainsi : « Les tranchées sont ouvertes, à l'E, dans la partie supérieure du Sinémurien; on y trouve les Ammonites pyriteuses de la zone à *Am. raricostatus* ». Au-dessus et sur une puissance de 20 m environ, viennent des schistes calcaires feuilletés à concrétions pyriteuses et nombreuses Bélemnites; au milieu de ces schistes, quelques banes de calcaire marneux plus compacts ont une riche faune de Brachiopodes : « *Terebratula numismalis*, *T. indentata*, *Spiriferina pinguis* ». « Aux schistes feuilletés succèdent des argiles à Brachiopodes, d'abord seuls, puis accompagnés de nombreuses Ammonites pyriteuses. On rencontre en premier lieu *Am. lynx*, *Am. loscombi*, *Am. jupiter* D'ORB., *Am. taylori* et ensuite *Am. armatus*, *Am. jamesoni*, *Am. brevispina*, *Am. muticus* ».

Au N du canal (627,3 × 194,6), j'ai recueilli dans un abreuvoir un fragment de gros *Liparoceras* en calcaire marneux.

La tranchée du chemin de fer économique, à l'E d'Orval, vers 610 × 192,5, coupait aussi les couches du Pliensbachien; elle est malheureusement en grande partie murée; cependant, au sommet de la tranchée, on voit des marnes à *Amaltheus margaritatus* MONTF. du Domérien et, à la base, des trous faits pour poser des poteaux électriques

¹ Cf. DAGINCOURT, 1884, pp. 230-231.

m'ont donné des Bélemnites et des fragments d'*Acanthopleuroceras*, de *Phylloceras* du groupe de *P. loscombi* Sow. et d'*Oistoceras* pyriteux. L'ensemble du Pliensbachien semble donc être autour de Saint-Amand à l'état de marnes et d'argiles à Ammonites pyriteuses; son épaisseur serait d'environ 30 m à 35 m.

On peut également recueillir une bonne faune du Pliensbachien moyen au N d'Augy-sur-l'Aubois et du Canal, entre ce dernier et les fermes de la Trolière et Saint-Pierre, dans le lit du ruisseau de Trembon, vers 640,3 × 201,3 :

Deroceras venarense OPPEL, 1862, pl. 42, fig. 1, abondant et formes voisines à plusieurs côtes fines aboutissant à un gros tubercule cf. *Am. armatus* OPPEL, 1853, pl. 1, fig. 4.

Tragophylloceras numismale QUENST. Am., pl. 37, fig. 4-6.

Beaniceras centaurus D'ORB. P. F., pl. 76, fig. 3-4, abondant.

Tropidoceras ægion D'ORB. P. F., pl. 61, fig. 4.

Tropidoceras cf. *acteon* D'ORB. P. F., pl. 61, fig. 1-3, ombilic plus ouvert.

Liparoceras gallicum SPATH Liparo., pl. 8, fig. 6.

Liparoceras cheltiense MURCH. : SPATH Liparo., pl. 2, fig. 6.

Liparoceras sp.

Zeilleria numismalis LMK.

Rhynchonella pl. sp.

Belemnites clavatus MILL. et autres Bélemnites.

Pecten acutiradiatus MUNST.

Il est possible que les *Beaniceras* et les *Liparoceras* viennent d'un niveau un peu plus élevé que *Deroceras venarense* OPP., les *Acanthopleuroceras* et les *Tropidoceras*.

DOMÉRIEN

Comme les étages précédents, le Domérien est lui aussi essentiellement marneux dans le Cher. Sa moitié inférieure est formée de marnes calcaires, épaisses d'environ 15 m ; elles contiennent de nombreux *Amaltheus margaritatus* MONTF. pyriteux ou limoniteux.

On peut les recueillir facilement dans certains champs labourés, par exemple à l'E du moulin Jouannet, dans la vallée de la Sinaise (589,1 × 182,7), ou à 400 m au N, au bas du chemin des Vignes (589,1 × 183,1) :

Amaltheus margaritatus MONTF.

Agassicerias centriglobum QUENST.

Liparoceras sp.

« *Grammoceras* » sp.

Tragophylloceras sp. ou *Phylloceras* sp.

Rhynchonella scalpellum QUENST.

Zeilleria numismalis LMK.

Faune du Domérien inférieur qui est associée à quelques *Oistoceras* du Pliensbachien supérieur.

On trouve une faune identique près de Saint-Amand, dans la tranchée du chemin de fer économique, à Orval (cf. *supra*, p. 85) ou le long d'un mauvais chemin près du bois de Chaillet.

La partie supérieure de l'étage est généralement formée de marnes qui contiennent de rares bancs de calcaire marneux.

On peut les voir, au N de Saint-Amand, au bas de la côte que domine la tour de Malakoff, par exemple, aux environs de Champdeuil ¹. Dans le talus d'un petit chemin et sur les déblais d'un puits j'ai ramassé (618,1 × 192,65 et 618,2 × 192,65) :

Amaltheus margaritatus MONTF., forme épaisse passant à *Paltoptleuroceras spinatum* BRUG. : MONEST. Amal., pl. 8, fig. 2.

Paltoptleuroceras cf. *buckmani* MOXON : BUCKM. T. A., pl. 199 c, tubercules moins nombreux; ces Ammonites sont pyriteuses.

Belemnites compressus STAHL.

Belemnites sp. du groupe de *B. bruguierianus* D'ORB.

Pseudopecten æquivalvis Sow., fragments.

Harpax pectinoides LMK.

A l'E ces couches supérieures sont aussi, probablement, presque entièrement marneuses, car entre Germigny et Ignol il n'existe aucun niveau d'eau, aucun indice morphologique indiquant la présence de bancs calcaires, dans la série marneuse du Lias moyen et supérieur.

A l'extrémité occidentale du département, au contraire, les bancs supérieurs deviennent plus calcaires et forment un léger relief dans la topographie.

Ainsi à Fumée, on peut voir, dans un petit chemin encaissé descendant vers la Sinaise (589,1 × 183,8), quelques bancs de calcaire marneux gris clair assez compact s'intercaler dans une série de marnes grises épaisses de 3 m ou 4 m. Les bancs supérieurs de calcaire m'ont donné :

Paltoptleuroceras spinatum BRUG., assez fréquent.

Amaltheus margaritatus MONTF.

Belemnites sp. du groupe de *B. bruguierianus*.

Plagiostoma hermanni VOLTZ.

Pseudopecten æquivalvis Sow.

Pecten acutiradiatus MUNST.

Le banc inférieur, plus compact, contient des accumulations de *Harpax pectinoides* LMK.; dans les marnes on retrouve cette forme associée à quelques Bélemnites et à des Ammonites pyriteuses. Dans un chemin voisin, on voit des calcaires gris compacts formés d'une accumulation de *Pseudopecten æquivalvis* Sow.

Au-dessus des derniers bancs calcaires, viennent des marnes très argileuses à Bélemnites sur 5 m d'épaisseur (Toarcien ?).

L'ensemble du Domérien, dont le niveau inférieur a déjà été mentionné au bas du chemin des Vignes à 700 m au S, atteindrait ici une épaisseur de 30 m à 35 m.

¹ Cf. DE GROSSOUVRE, 1888, p. 1103.

TOARCIEN

L'un des points les plus favorables à l'étude du Lias supérieur du Cher était la côte qui domine au N la Marmande, entre Saint-Amand et Charenton. Dagincourt ¹ en a donné une coupe assez complète, prise dans les chemins creux qui montent sur le plateau entre Champdeuil et Clavières. J'ai parcouru tous ces mauvais chemins, on n'y voit plus aujourd'hui que des affleurements discontinus, et le plus souvent les couches sont entièrement masquées ; le meilleur est encore « La Rue de la Cave » au N du hameau des Pourniaux (618,6 × 193.1-3), visité par la Société Géologique de France en 1888 ². Je résumerai donc la coupe de Dagincourt en la complétant par une série d'observations personnelles.

Au-dessus du Domérien supérieur marneux à *Paltoleuroceras spinatum* BRUG., on a, de bas en haut :

40 ³ « Marnes schisteuses bleuâtres avec *Am. holandrei* Sow., petite, pyriteuse, et une grosse Bélemnite voisine du *paxillosus* SCHLOTH. ».

Ammonites holandrei, qui est une espèce de d'Orbigny (P. F., pl. 105), et non de Sowerby, est un *Dactylioceras* à croissance lente mais à côtes bifurquées; il n'est pas impossible que du temps de Dagincourt on ait appelé ainsi des formes du groupe de *Dactylioceras tenuicostatum* Y. et B.; *Ammonites holandrei* ressemble également à plusieurs des formes rangées par S. Buckman dans l'épibole *athleticum* qui précède immédiatement l'épibole *tenuicostatum*; cette couche à *Am. holandrei* pourrait bien être l'horizon de base du Toarcien, en tout cas elle appartient au Toarcien inférieur.

41. « Marnes feuilletées jaunâtres avec *Posidonomya bronni* ». 0,20 m.

41 b. « Banc de calcaire compact jaunâtre rempli de débris de Poissons » *Lepidotus elvensis* AGASS, de nombreux *Leptolepis affinis* LAUR. et d'autres *Leptolepis* 0,10 m.

Dagincourt a suivi ce banc, très constant sur 50 km, depuis Clavières au N de Charenton jusqu'à la butte de Nohant-Vicq au N de La Châtre; je l'ai observé dans la vallée de la Sinaise près de Rezay; il a exactement le même type qu'en Côte d'Or, à Nolay par exemple; je le rangerai, ainsi que les schistes suivants, dans le Toarcien inférieur.

42 ³ « Schistes à *Posidonomya* » 15 m à 20 m.

43. « Argile à nodules calcaires » 30 m.

Ces nodules de calcaire gris clair ou bleuté, compact, à grain fin, ont été entraînés par les eaux et se voient dans tous les chemins ou sentiers au bas de la côte, ainsi qu'au bord des champs ou des vignes. Ils sont fréquemment fossilifères et m'ont donné :

Vertèbre d'Ichtyosaure.

Harpoceras falciferum Sow. : BUCKM. T. A., pl. 764 B.

Harpoceras sp.

¹ 1880, pp. 353-357, 1881, p. 232-233.

² DE GROSSOUVRE, 1888 b, p. 1104.

Hildoceras bifrons BRUG. et formes voisines fréquentes.

Hildoceras (Hildaïtes) sublevisoni FUGINI.

Cæloceras cf. *commune* SOW. cf. WRIGHT, pl. 87, fig. 10.

En raison des nombreux *Hildoceras bifrons* BRUG., il faut ranger ces argiles à nodules dans le Toarcien moyen; on sait que Buckman (T. A., pl. 764) a figuré le type de *Harpoceras falciferum* SOW., comme venant de ce niveau. Dans la zone inférieure, dite à *H. falciferum*, régneraient en réalité d'autres *Harpoceras*.

On retrouve ces nodules avec la même faune, au N de Saint-Amand, dans la côte de Meillant vers 613 × 193,2.

Les argiles, lorsqu'on les voit fraîches, montrent *Hildoceras* sp. et de nombreux Lamellibranches écrasés, *Amussium pumilus* LMK.¹.

44-45. La partie supérieure des argiles ne contient presque plus de nodules, mais une faune abondante de petite taille qui appartient encore au Toarcien moyen; on peut la ramasser dans les vignes de la côte de Meillant ou au-dessus des Grands villages :

Hildoceras bifrons BRUG. et formes voisines, très nombreux fragments.

Harpoceras subplanatum OPP.

Cæloceras sp. du groupe de *C. crassum* PHILL.

Dactylioceras cf. *commune* SOW.

Cæloceras (Harpoceras) vortex? SIMPS., fragment : BUCKM. Y. T. A., pl. 29 A.

Belemnites pl. sp. fragments.

Trochus subduplicatus D'ORB., fréquent.

Purpurina patroclus D'ORB.

Procerithium jole D'ORB., très fréquent.

Nucula hammeri DEFR.

Leda claviformis SOW.

Astarte voltzi QUENST.

Amussium pumilus LMK.¹.

Thecocyatus mactra GOLDF.

46. Un peu plus haut, la faune marque la base du Toarcien supérieur :

Haugia ogerini DUM. L. sup, pl. 19, fig. 3.

Cæloceras sp. cf. *C. crassum* DUM. L. sup., pl. 27, fig. 8-9.

Au-dessus de ces argiles à nodules qui sont essentiellement du Toarcien moyen, viennent au moins 10 m d'« argiles ocreuses sans fossiles ».

Elles sont recouvertes à la partie supérieure par des argiles à silex qui proviennent de la décalcification des niveaux siliceux du Bajocien.

Les argiles ocreuses, ainsi qu'une partie des argiles à nodules, ont été exploitées en de nombreux points pour les tuileries de Charenton. Dans l'une de ces exploitations, située le long de la route de Saint-Pierre-les-Étieux à Arfeuilles, L. Guillaume a recueilli un *Pseudogrammoceras pedicium* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., fig. 140, p. cxlvii, qu'il a bien voulu me communiquer; cette forme permet d'attribuer au moins en partie les argiles ocreuses au Toarcien supérieur.

J'ai retrouvé ce même niveau en 1942, lors des travaux de rectification de la route

¹ *Amussium pumilus* LMK. appartient au sous genre *Variamussium* SACCO (1897) dont le type est *V. cancellatum* SMITH et non *V. pumilus*; cf. DESCHASSEAUX (1936), p. 9.

90 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL nationale 144, au N de Saint-Amand, vers 611 × 193,3; les déblais contenaient des blocs de calcaire blanc ou jaune-brun assez cristallin :

Pseudogrammoceras sp. du groupe de *P. fallaciosum* S. Buckm., plusieurs fragments.

Amussium pumilus Lmk.

Astarte elegans Sow.

Trigonia sp.

Des niveaux un peu plus élevés, à plaquettes micacées, qui pourraient être déjà de l'Aalénien, m'ont donné :

Belemnites irregularis Schloth.

Rhynchonella cynocephala Rich.

Ammonites, fragments indéterminables.

Dans le lit même du Cher, en face de l'Abbaye de Noirlac, à l'un des coudes brusques que la rivière fait à l'W près de la voie ferrée (607,7 × 193,8), on voit des calcaires gris finement cristallins à *Nucula hammeri* Deffr. et des calcaires blancs ou gris clair, peu cristallins, avec des Ammonites à tours internes de calcite :

Grammoceras cf. *toarcense* d'Orb. : Buckm. Inf. Ool., pl. 28, fig. 7.

Pseudogrammoceras cf. *pedicum* S. Buckm. Inf. Ool. sup., fig. 140, p. cxlvii.

Orbiculoidea sp.

qui datent ces bancs du Toarcien supérieur.

De Grossouvre (1885 a, p. 379) et Dagincourt (1881, pp. 233-234) mentionnent au sommet des argiles du Lias supérieur, quelques bancs de calcaires, analogues à ceux que nous venons de décrire, mais la faune qu'ils indiquent contient, à côté de formes du Toarcien supérieur comme *Grammoceras toarcense* d'Orb., d'autres formes qui semblent déjà être aaléniennes : *Am. radiosus* v. Seebach, *Ostrea beaumonti* Riv., *Rhynchonella cynocephala* Rich.

En résumé le Toarcien du Cher comprend une série de marnes calcaires et d'argiles, épaisse d'environ 60 m. correspondant essentiellement au Toarcien moyen, mais aussi au Toarcien inférieur et à la base du Toarcien supérieur. L'étage se termine par des calcaires jaunes partiellement cristallins des horizons à *Grammoceras* et *Pseudogrammoceras* du Toarcien supérieur ; ils se poursuivent probablement dans l'Aalénien.

AALÉNIEN ET BAJOCIEN

I. — C'est la région de Nérondes qui est la plus favorable pour l'étude de ces étages. La tranchée de la voie ferrée de Bourges à Saincaize, entre **la halte de Tendron** (commune d'Ignot) et l'entrée W du tunnel du Bouhard, montre une coupe de Bajocien, connue depuis longtemps¹. L'affleure-

¹ Boulanger et Bertera, 1859, p. 88 ; Erray, 1864, pp. 306-308 ; de Grossouvre, 1885 a, p. 374 ; légende de la Carte Géologique détaillée au 1/80.000^e, feuille de Saint-Pierre.

ment commence à la borne kilométrique 273, à 30 m environ à l'E du passage à niveau de Tendron, et se poursuit sur 300 m jusqu'à l'entrée du tunnel. Près du passage à niveau les couches pendent vers l'WSW d'environ 1° à 2° ; le pendage diminue ensuite pour devenir nul, ou même légèrement E, tandis que la voie ferrée présente une pente régulière d'environ 2° vers l'E. Cette disposition permet l'étude assez facile des différents niveaux.

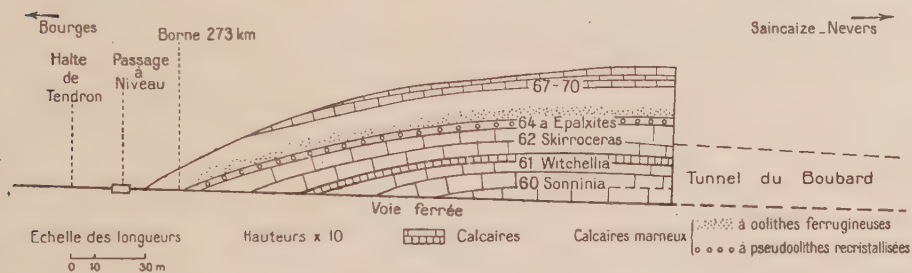


Fig. 10. — Coupe du Bajocien de la tranchée de Tendron.

67-70. Seule la partie supérieure formée de roches plus tendres est inaccessible ou très masquée par la végétation et les éboulis ; elle est constituée par des calcaires gris-brun clair, à grain fin, un peu marneux et siliceux avec patine brun-roux foncé dans les diaclasses ; certains bancs plus marneux sont très feuilletés :

Garantia sp.

66 ? 1 m ou 1,50 m plus bas, on peut observer des marnes brunes à oolithes ferrugineuses reposant sur :

64 b. Calcaire marneux gris-brun à roux, à oolithes ferrugineuses mordorées ; le calcaire est plus compact à sa base, les fossiles sont peu abondants : 0,70 m à 0,80 m.

* *Stephanoceras* cf. *mutabile* QUENST. Am., pl. 66, fig. 5, WEISERT, pl. 17, fig. 6.

* *Stephanoceras* (*Kreterostephanus*) cf. *kreter* S. BUCKM. T. A., pl. 755.

Strigoceras sp.

Nautilus sp.

Belemnites giganteus SCHLOTH.

Belemnopsis sp.

64 a. Calcaire marneux, gris cendré assez clair, à pseudoolithes recristallisées et à couche corticale noire (pl. 10, fig. 2), assez nombreux petits grains de quartz détritiques, nombreux fossiles souvent brisés mais non roulés, s'accumulant et s'enchevêtrant : 0,10 m à 0,15 m.

* *Epalxites* cf. *formosus* S. BUCKM. T. A., pl. 151, côtes ombilicales moins nombreuses, côtes ventrales plus nombreuses et plus fines.

* *Sphaeroceras* (*Chondroceras*) *evolvescens* WAAGEN : ROCHÉ, 1943, pl. 1, fig. 7.

* *Teloceras blagdeniforme* ROCHÉ (= *Am. Blagdeni* D'ORB. P. F., pl. 132).

- * *Dorsetensia* cf. *tecta* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 56, fig. 2-3, ombilic plus ouvert, ornementation un peu plus marquée.
- * *Dorsetensia* cf. *complanata* S. BUCKM. cf. Inf. Ool., pl. 53, fig. 1, ornementation de très fines côtes serrées.
- * *Dorsetensia* cf. *complanata* S. BUCKM. : HAUG, 1892, pl. 10, fig. 5.
- * *Dorsetensia* cf. *liostraca* S. BUCKM. : HAUG, 1892, pl. 10, fig. 6.
- * *Dorsetensia* sp. voisine de *D. liostraca* pour la section et croissance, côtes assez larges, aplaties, bifurquées, assez espacées, du type de *D. complanata* HAUG, 1892, pl. 10, fig. 5.
- * *Dorsetensia* sp. à bord ombilical très adouci, pourrait être rapprochée de *D. liostraca*.
- * *Dorsetensia* sp., ornementation et forme générale de *Spatulites spatians* S. BUCKM. T. A., pl. 765, cloisons de type différent, tours internes portant de larges côtes arrondies.
- * *Sonninia* cf. *deltafalcata* QUENST. : cf. DORN., pl. 3, fig. 2, costulation plus forte que dans le type, surtout dans les tours internes, taille plus grande.
- * *Sonninia* (cf.) *corrugata* SOW. : S. BUCKM. T. A., pl. 412.
- * *Sonninia* sp. cf. *corrugata* HAUG, 1892, pl. 8, fig. 1, croissance plus rapide, côtes fortes groupées le plus souvent par 3.

Strigoceras sp.

- * *Oppelia subradiata* SOW. : Types SOW., pl. 6, fig. 3 ab.
- * *Oppelia* aff. *præradiata* DOUVILLE, 1884, pl. 3, fig. 7 et non 6.
- * *Oppelia parvicarinata* S. BUCKM. (*Stegozites*) T. A., pl. 474.
- * *Oppelia* (*Oppelina*) *pulchra* S. BUCKM. T. A., pl. 670, côtes coudées moins brusquement au bord externe et plus visibles près de l'ombilic.
- * *Oppelia* (*Oppelina*) aff. *pulchra* S. BUCKM., costulation plus fine.
- * *Oppelia* (*Oppelina*) cf. *umbilicata* S. BUCKM. T. A., pl. 671, côtes plus régulièrement arquées et moins renversées en arrière dans leur partie externe.
- * *Oppelia* (*Oppelina*) cf. *umbilicata* S. BUCKM., pl. 671, tours plus épais, côtes plus fortes et plus espacées.
- * *Oppelia* cf. *arcifer* S. BUCKM. (*Toxamblytes*) T. A., pl. 473, moins épaisse.
- * *Lissoceras ooliticum* D'ORB. P. F., pl. 126, fig. 3.

Pseudomelania lineata D'ORB.

Pleurotomaria granulata SOW. var. *reticulata* DESH.

Pleurotomaria palemon D'ORB.

Opis (*Trigonopsis*) *similis* SOW.

débris de test épais de Lamellibranches.

----- Surface d'abrasion sous-marine.

62 b. Calcaire blanc ou gris très clair, cristallin, à nombreux débris roulés souvent crinoïdiques. Il contient encore au sommet quelques pseudoolithes à couche corticale ferrugineuse, irrégulièrement disposées. Elles sont très clairsemées plus bas, les fossiles sont particulièrement abondants à la partie supérieure 0,35 m.

- * *Stephanoceras* (*Skirroceras*) *leptogyrale* S. BUCKM. T. A., pl. 516.
 - * *Stephanoceras* (*Kumatostephanus*) *perjucundum* S. BUCKM. T. A., pl. 712.
 - * *Emileia polyschides* WAAGEN, ROCHÉ, 1939, pl. 1, fig. 1.
 - * *Emileia* cf. *bulligera* S. BUCKM. T. A., pl. 732.
 - * *Sonninia felix*? S. BUCKM. (*Sonninites*) T. A., pl. 428 B.
- Sonninia* sp.

62 a. Calcaire gris à grain fin plus marneux, se débitant facilement. 0,25 m à 0,30 m.

Belemnopsis sp.

Acanthothyris sp.

61 b. Calcaire finement cristallin et crinoïdique, sa couleur est d'un gris généralement un peu rougeâtre, avec des nodules ou des taches d'un calcaire blanc très clair moins cristallin à aspect mat, riche en débris de spongiaires. Vers le milieu, on remarque un petit banc assez profondément perforé 2 m.

J'ai recueilli au sommet :

Un fragment de * *Witchellia* voisin de *W. læviuscula* Sow. : S. BUCKM. T. A. pl. 745.

Dans la partie moyenne :

* *Sonninia* (?) *schneegansi* GILLET, 1937, pl. 3, fig. 3.

Sonninia sp.

Sonninia gingensis? WAAGEN, incomplète.

* *Terebratula submaxillata* ROCHÉ, 1939, pl. 10, fig. 18 et non MORRIS.

Et dans les blocs tombés venant sûrement de ces bancs :

* *Witchellia* cf. *actinophora* S. BUCKM. T. A., pl. 689, section plus étroite, voisine de *W. glauca*.

* *Witchellia* sp., forme voisine à côtes plus faibles nettement bifurquées.

61 a. Calcaire gris clair un peu marneux, d'aspect grumeleux : assez nombreux Brachiopodes : , , 0,30 m,

* *Terebratula* aff. *etheridgii* DAV.

* *Terebratula* sp. = *T. decipiens* DAV. Sup., pl. 20, fig. 8, non DESH.

60. Calcaire gris clair, à débris cristallins et Crinoïdes; la partie inférieure légèrement marneuse se débite plus facilement; vers le milieu : 2,50 m à 2 m.

* *Sonninia* (*Euhoploceras*) *dominans* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 94, fig. 2 et 95, fig. 1.

* *Sonninia* (*Euhoploceras*) *acanthodes* S. BUCKM. *ibid.*, pl. 60 et 63, fig. 1.

* *Sonninia* (*Euhoploceras*) *substriata* S. BUCKM. *ibid.*, pl. 71, fig. 6-7.

* *Terebratula* (*Loboidothyris*) *ingens* ROLLIER = *T. perovalis* DAV., pl. 10, fig. 3-6, non Sow.

* *Terebratula* (*Loboidothyris*) *inæquivalvis* ROCHÉ.

Pholadomya fidicula Sow.

Pholadomya cf. *bucardium* AGASS.

Modiola plicata Sow.

Pleuromya sp.

A la base :

fragments de *Sonninia* sp.

Gryphæa aff. *sublobata* DESH.

Galeropygus scutatus COT.

L'âge de la couche à oolites ferrugineuses mordorées (61 b) ne peut pas encore être établie avec précision, étant donné le peu de fossiles recueillis ; mais elle semble peu postérieure à la couche immédiatement sous-jacente. Celle-ci (61 a), avec ses pseudoolithes à couche corticale noire, est datée par

les trois premiers fossiles cités, qui appartiennent à l'héméra *epalxites* de BUCKMAN ; quelques-unes des autres formes, *S. corrugata* par exemple, ont des affinités un peu plus anciennes (héméra *propinquans*) ; mais comme il n'y a pas identité absolue avec les types, l'âge *epalxites* doit être maintenu, à moins que plusieurs épiboles soient juxtaposées dans cette couche, dont les caractères indiquent des eaux agitées. Les formes recueillies dans la couche (62 b) appartiennent aux deux héméras : *Labyrinthoceras* et *sauzei* ; celles de (61 b) à l'horizon à *Witchellia*. Enfin les 2,50 m de la base représenteraient l'extrême base du Bajocien (?).

D'après de Grossouvre (1885 a, p. 374), le tunnel du Boubard a été creusé : « partie dans les argiles du Lias, et partie dans le calcaire à Entroques. Ce dernier présente à sa base des bancs calcaires alternant avec des argiles et contenant *Rhynchonella cynocephala*, *Ostrea beaumonti*¹, *Ostrea sarthacensis*, *Ammonites opalinus* ». Je n'ai pu observer ces couches de passage, mais en explorant les quelques niches ménagées tous les cent mètres dans la maçonnerie de l'ouvrage, j'ai vu, à 300 m de l'entrée W, un calcaire gris marneux, alternant avec des marnes renfermant de mauvaises empreintes de fossiles. Ils correspondent vraisemblablement au calcaire à *L. opalinus* ; à 100 m ou 200 m plus loin, les marnes micacées, feuilletées, gris clair, sous-jacentes, sont accessibles.

II. — A 10 km au N, aux environs du petit village de *Desjointes*, une série d'affleurements discontinus permet de reconstituer une coupe encore plus complète.

Dans le village même de Desjointes (commune de Chassy), plusieurs carrières (639,45 × 226,1 — 639,6 × 226,25) exploitent le calcaire à Entroques ; elles montrent :

61-62. En haut : calcaire gris clair ou blanc, cristallin, très légèrement marneux, à fins débris, en bancs plus ou moins résistants de 20 à 50 cm . . . 5 m environ.

Sonninia pl. sp., fréquentes surtout à 1 m du sommet.

Pectinidés, Brachiopodes, Oursins.

C'est le Bajocien inférieur et peut-être aussi le sommet de l'Aalénien (?).

----- Surface perforée.

55. En bas : calcaire, gris clair à bleu foncé, en profondeur, très cristallin et cri-noïdique, plus ou moins pyriteux, prenant au voisinage de la surface une teinte brun-ocre assez foncée, l'oxyde de fer étant alors très abondant dans le ciment de la roche.
 2 m à 3 m.

Les fossiles, abondants au moins au sommet, sont mal conservés, souvent il ne reste qu'un moulage externe, le remplissage de la coquille ayant évolué en une sorte de sable limoniteux friable. Dans les moules externes ou les quelques moules internes conservés, on peut reconnaître :

Lioceras gracile S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 6, fig. 11.

Et de nombreux autres « *Lioceras* » à côtes fines du groupe de *L. opalinus*

REIN. ou de *Cypholioceras opaliniforme* S. BUCKM.

Modiola cuneata Sow.

¹ Sans doute ce qui est appelé ici *Gryphaea* aff. *sublobata* DESH.

Ce qui indique la partie supérieure de la 3^e zone de l'Aalénien (héméras *scissum* et (?) *opaliniforme*); la 4^e zone à *L. murchisonæ* semble manquer.

Vers la base la roche, très cristalline, renferme de petits galets de calcaire marneux gris foncé à grains fins, et de nombreuses « mouches » ou de larges cristallisations de blende. Les coquilles d'Ammonites sont parfois réduites à une géode de blende et de dolomie. A l'attaque à l'acide, le calcaire laisse quelques grains de quartz, des paillettes de mica et un important résidu de dolomie. L'épaisseur de cette couche est assez variable : 2 m à 3 m environ dans les grandes carrières de Desjointes, 1 m à 1,50 m à 300 m environ au N, à la limite de la commune de Mornay-Berry. D'après les renseignements donnés par les carriers, l'épaisseur diminue vers l'W.

Sous ce niveau de calcaire cristallin, gisent des calcaires marneux et des marnes gris foncé qui ont été atteintes par des puits ou donnent de mauvais affleurements à l'E de l'agglomération de Desjointes. Vraisemblablement ces calcaires marneux correspondent au niveau à *P. aalensis*.

La partie supérieure du calcaire à Entroques peut être étudiée dans la carrière *Ragobert* située non loin de la route de Mornay-Berry à Villequier (639,75 × 227,65).

66. Calcaire gris assez clair un peu marneux à oolithes ferrugineuses de limonite, assez abondantes mais groupées en nids : 0,20 m.

Strenoceras subfurcatum ZIETEN : QUENST. Am., pl. 70, fig. 3, côtes simples moins nombreuses.

Garantia ou *Strenoceras* sp.

Oppelia sp.

Sonninia sp.

Ce banc est visible surtout à l'angle NE de la carrière.

----- Surface d'abrasion (fossiles usés selon cette surface).

62. Calcaire gris, plus compact, encore légèrement marneux; oolithes ferrugineuses moins nombreuses que dans le banc supérieur; fossiles nombreux souvent brisés :

. 0,25 m.

Stephanoceras (Kumatostephanus) perjucundum S. BUCKM.

Witchellia cf. *corrugata* SOW.

Otoites braikenridgii SOW. : BUCKM. Y. T. A., pl. 81.

Sonninia patella WAAGEN : DORN., pl. 14, fig. 1.

Sonninia cf. *sulcata* S. BUCKM.

Sonninia sp. cf. *S. sulcata* HAUG., 1892, pl. 9, fig. 1-3, ombilic moins ouvert, côtes plus rétroversées.

Emileia cf. *polyschides* WAAGEN : cf. GREPPIN, 1898, pl. 1, taille plus faible.

Sonninia cf. *substriata* S. BUCKM. cf. Inf. Ool., pl. 70, fig. 6-7.

Sonninia gingensis WAAGEN : DORN., pl. 18, fig. 4.

Sonninia aff. *propinquans* BAYLE.

Oppelia (Iokastelia) helenæ RENZ.

Oppelia (Bradfordia?) aff. *etheridgi* BUCKM., 1882, pl. 3, fig. 3.

Oppelia sp.

— Calcaire gris, identique au précédent mais sans oolithes ferrugineuses . 0,25 m.

Sonninia cf. *patella* WAAGEN : DORN., pl. 14, fig. 1.

— Calcaire plus tendre, blanchâtre, un peu marneux, moins cristallin, s'effritant en blocs irréguliers 0,30 m à 0,40 m.

Ostrea marshi Sow.

Myaires et Pectinidés.

— Calcaire gris très clair ou blanc, assez cristallin, fait de nombreux débris souvent crinoïdiques environ 2 m.

Sonninia jugifera WAAGEN.

plusieurs grandes *Sonninia* sp.

Belemnopsis sp.

Interprétation de la carrière Ragobert. — La couche (62) la plus fossilifère représente la partie supérieure de la zone à *O. sauzei* (héméras *sauzei* et *Labyrinthoceras*) ; elle correspond donc assez exactement à la couche (62 b) de Tendron, mais ici nous avons des oolithes ferrugineuses nombreuses, de couleur assez pâle il est vrai. Par contre une lacune correspond ici à la couche à pseudoolithes à couche corticale noire si remarquable à Tendron et à une partie au moins des couches à oolithes mordorées, puisque la couche (66) de Ragobert est déjà de la zone à *S. niortense* ; la plupart de ses oolithes ont une histoire complexe, elles ont été reprises au moins une fois après avoir été usées et enrobées.

L'épaisseur totale du calcaire à Entroques n'excède pas 5 m à 6 m.

À l'W et au SW de la carrière Ragobert affleurent sur 1 km environ, les calcaires marno-siliceux bleuâtres ou gris bleuté du Bajocien supérieur.

On les observe mal dans les champs, mais un puits creusé en 638,05 × 227,55 à 100 m au N du cimetière de Chassy, les a traversés sur 5 m :

— Partie supérieure : calcaire jaune marno-siliceux assez compact.

— Partie inférieure : alternance de calcaire marno-siliceux et de marnes bleues.

On y a recueilli ¹ :

Parkinsonia parkinsoni Sow.

Parkinsonia cf. *pachypleura* S. BUCKM. T. A., pl. 612 (forme plus épaisse à croissance un peu plus rapide).

On peut aussi observer des alternances de marnes et de calcaire bleuté dans un petit abreuvoir le long de la route de Nérondes à Mornay-Berry en face du hameau des Loges : *Parkinsonia* sp.

L'épaisseur totale de ce Bajocien supérieur est d'environ 30 m.

Enfin dans les champs aux environs de Mouloise (638,4 × 228,45), le long de la route de Mornay-Berry à Villequier, on peut récolter des fossiles de la base du Bathonien :

Morphoceras pseudoanceps EBRAY-DOUVILLÉ, 1880, fig. 1.

Parkinsonia depressa QUENST. var. *crassa* NICOL., pl. 11, fig. 6.

¹ Je dois ces fossiles ainsi que quelques autres à l'obligeance de M. Coin.

Oppelia aspidoides, var. *bajociensis* FAVRE, 1912, pl. 1, fig. 7.

Procerites sp.

Perisphinctes sp.

En résumé, dans la région de Nérondes et Desjointes, l'Aalénien inférieur est en grande partie marneux ; seul le sommet de la zone à *L. opalinum* est formé par 3 m environ de calcaire gris-bleu largement crinoïdique. La zone à *L. murchisona* semble manquer ainsi que, au moins partiellement, la zone à *L. concava*. Les calcaires à Entroques et débris du Bajocien inférieur sont peu épais (6 m à 10 m) avec un niveau à *Sonninia* à la partie inférieure et des *Witchellia* du groupe de *W. leviuscula* Sow. au-dessus ; le même faciès se poursuit à la base du Bajocien moyen (héméras *Labyrinthoceras* et *sauzei*) ; à Tendron, il est à peu près dépourvu d'oolithes ferrugineuses ; celles-ci abondent au contraire au sommet du niveau correspondant de la carrière Ragobert. Par contre à Tendron, vers le sommet du Bajocien moyen, il existe une couche à pseudoolithes recristallisées à couche corticale noire, d'âge *epalxites*, surmontée d'une couche à oolithes mordorées un peu plus tardive ; toutes deux manquent à la carrière Ragobert. Dans celle-ci, inversement, le Bajocien supérieur débute par des calcaires à oolithes ferrugineuses contenant *Strenoceras niortense* d'ORB. L'inconstance des niveaux à oolithes ferrugineuses est frappante.

Le reste du Bajocien supérieur, épais de 30 m, est formé de calcaire marneux légèrement siliceux.

III. — Dans la région de **Saint-Amand**, le long de la vallée du Cher, les assises calcaires du Bajocien affleurent au-dessus des calcaires marneux ou cristallins du Toarcien supérieur et de l'Aalénien inférieur (?) déjà décrits.

De Grossouvre (1885 a, pp. 380-381) a donné la coupe du Bajocien le long de la voie ferrée de Saint-Amand à Bourges ; elle est actuellement difficile à suivre en détail ; nous retiendrons seulement la succession schématique tirée de la publication de 1885 ; de haut en bas :

- 72. Calcaire blanc, tendre, à structure oolithique régulière, identique à celui exploité à Bruère (= Bathonien) 20 m.
- 70 ? Calcaire gris suboolithique avec quelques Brachiopodes 20 m.
- 69 ? Calcaire à Entroques ferrugineuses (zone à *P. parkinsoni*) 6 m.
- 68 ? Calcaire compact, jaune, en bancs minces 6 m à 8 m.
- 67 ? Calcaire jaunâtre ferrugineux à veinules et oolithes ferrugineuses, *Terebratula sphæroidalis*, *T. ventricosa*?, *T. carinata* un banc peu épais.
- 62-60 ? Calcaire jaune, dur, très compact, à rognons de quartz et de silex ; fossiles silicifiés, *Rhynchonella horrida*, *Rhynchonella quadriplicata* ZIETEN 20 m.
- 59 ? Calcaire jaune ocreux spathique très crinoïdique, en bancs minces. 6 m à 8 m.

Sur la rive droite du Cher, près de la route de Noirlac à Bruère, les bancs de calcaire jaune compact à rognons siliceux (60-62 ?) affleurent dans les bois où j'ai pu les voir grâce à une coupe de bois récente, vers 607,6 × 194,65.

Un peu à l'E, une grande carrière de 12 m de front de taille montre de haut en bas (607,1 × 194,9) :

- Calcaire à Entroques avec chailles; argile brune et bancs moins réguliers à la base 2 m.
 - Calcaire à Entroques avec chailles plus rares, quelques fossiles *Emileia?* sp. 2,50 m.
 - Calcaire à Entroques assez fossilifère, surtout vers la base 0,80 m.
- Terebratula* sp. proche de *T. spheroidalis* DAV. (cf. DAV., pl. 11, fig. 9, umbo plus déprimé).
Terebratula sp. = *T. phillipsi* ARCELIN et ROCHÉ, pl. 8 fig. 4 non MORRIS.
Aulacothyris carinata LMK., petit exemplaire.
Rhynchonella sp.
Pentacrinus
Rhynchoteuthis.

Et probablement au même niveau *Acanthothyris midfordensis* RICH. et WALK. ou ROCHÉ, 1939, pl. 5, fig. 9, sinus moins accentué.

- Calcaire à Entroques, beaux articles dégagés par l'érosion, quelques Brachio-podes souvent écrasés 3,20 m.
- Calcaires à Entroques à grain plus fin devenant de plus en plus compact; quelques silex gris-brun foncé, disposés irrégulièrement 3,50 m.

Il semble que ces bancs correspondent aux couches (69^p) et (68^p) de la coupe de de Grossouvre; je n'ai pu retrouver le niveau à oolithes ferrugineuses.

Des fossiles siliceux nombreux se rencontrent dans les argiles résiduelles tertiaires qui couvrent le plateau de la forêt de Meillant et recouvrent presque partout les argiles du Toarcien, comme je l'ai déjà noté. On peut les recueillir dans les marnières de la région de Charenton; j'en ai ramassé beaucoup dans les travaux de rectification de la route nationale 144 au NW de Saint-Amand :

- Chlamys dewalquei* OPP.
Trigonia sp.
Pinna sp.
Belemnopsis sp., fragments.
Rhynchonella cf. *parvula* DESL.
Terebratula globosa WAAGEN.
Acanthothyris tenuispina? WAAGEN.
Rhabdocidaris horrida MÉRIAN, radioles et plaque.
Paracidaris spinulosa ROEMER, radioles.
Paracidaris zschokkei DESOR.
Galeropygus sp. etc...

Cette faune semble correspondre au Bajocien inférieur et nous permet de dater ainsi les couches (62-60^p).

A Farges, J. Dautry (1950) indique que « l'Aalénien plonge vers le N, entouré de Bajocien reposant en discordance angulaire ». Le long du Cher et de la voie ferrée de Bourges, seul point où existent de bons affleurements, on voit bien l'Aalénien plonger légèrement vers le N, mais le Bajocien présente aussi le même pendage faible. Il n'y

a pas de discordance et aucun mouvement tectonique important ne se situe entre le Lias et le Bajocien.

Comparée à celle de Nérondes, cette série de Saint-Amand est sensiblement plus épaisse, mais moins fossilifère ; les Ammonites en particulier sont très rares, ce qui rend difficiles les parallélismes. Les calcaires marneux un peu siliceux du Bajocien supérieur ne paraissent pas se retrouver ici ; le niveau manque ou prend le faciès crinoïdique ou suboolithique. Les couches à oolithes ferrugineuses paraissent moins nettes ; de Grossouvre n'en cite qu'une, je n'ai pu la retrouver ; son âge serait probablement la base du Bajocien supérieur (zone à *S. niortense* ou à *G. garanti*).

Enfin les concrétions siliceuses et les chailles sont beaucoup plus nombreuses ; on a même exploité autrefois des bancs de meulière en forêt de Meillant. Nous avons déjà vu que cette silicification était très développée aussi, plus à l'E, au N de La Châtre.

Série stratigraphique du Cher.

	SAINT-AMAND	NÉRONDES et SANCOINS
BATHONIEN inf.	Calcaire suboolithique 20 m	* Calcaire compact à <i>Morphoceras</i>
	Calcaire à Entroques 6 m	Calcaire marneux siliceux et marnes à <i>P. parkinsoni</i> 30 m
		Calcaire à oolithes ferrugineuses 1 m — à * <i>Strenoceras</i> (Chassy) * lacune à Tendron
BAJOCIEN	Calcaire à quelques oolithes ferrugineuses <i>Terebratula sphaeroidalis</i>	— à * <i>Stephan. kre-</i> <i>ter</i> (Tendron) } * lacu- * Calcaire à pseudo- } ne à oolithes à <i>Epalæites</i> } Chassy (Tendron)
	Calcaire compact à rognon de silex et fossiles silicifiés 20 m	* Calcaire à <i>O. sauzæi</i> , peti- tes <i>Emileia</i> Calcaire à Entroques à * <i>Wit-</i> <i>chellia</i> 6 m Calcaire à Entroques à * <i>Son-</i> <i>nia dominans</i>
	Calcaire très crinoïdique 6 m	? ? ?
AALÉNIEN	Calcaire à <i>Rh. cynocephala</i> <i>Ostrea beaumonti</i> ?	* Calcaire crinoïdique à <i>Lioceras</i> 2 m Argile micacée ?

TOARCIEN 60 m environ.	{	* Calcaire à <i>Grammoceras</i> et <i>Pseudogrammoceras</i>	
		Argiles ocreuses	plus de 10 m.
		Argiles à nodules calcaires	30 m.
		Schistes à <i>Posidonomyes</i>	15 m à 20 m.
		Banc de calcaire compact à Poissons.	
		Marnes schisteuses à « <i>Ammonites holandrei</i> ».	
DOMÉRIEN 20 m à 30 m.	{	Marnes à <i>P. spinatum</i> , renfermant des bancs calcaires à l'W.	
		Marnes à <i>Ammonites</i> pyriteuses.	
PLIENSBACHIEN 30 m à 35 m.	{	Marnes et calcaires à <i>P. davœi</i> .	
		Marnes à fossiles pyriteux :	
		— <i>Acanthopleuroceras</i> , <i>Tropidoceras acteon</i> , <i>Beaniceras centaurus</i> ...	
		— <i>Am. jamesoni</i> , <i>Am. brevispina</i> , <i>Am. muticus</i> .	
		— <i>Am. lynx</i> , <i>Am. loscombi</i> , <i>Am. jupiter</i> , <i>Am. taylori</i> .	
		Argiles à Brachiopodes.	
		Schistes à Bélemnites et Brachiopodes.	
LOTHARINGIEN 30 m.	{	Calcaires marneux et marnes à <i>Echioceras</i> et <i>Deroceras armatum</i>	
		Calcaires marneux et marnes à <i>Oxynoticeras oxynotum</i>	
		Calcaires marneux et marnes à <i>Asteroceras obtusum</i>	Phosphate à Germigny.
SINÉMURIEN	{	Calcaire marneux noduleux à <i>Arnioceras</i> , <i>Metarnioceras</i> , <i>Mactromya liasina</i>	* Calcaire marneux et marnes * à <i>Arnioceras</i> * à <i>Arietites falsani</i> * à <i>Coroniceras</i>
		Calcaire dolomitique ou pseudoolithique à <i>C. bucklandi</i>	* à <i>C. rotiforme</i> , <i>Mactromya liasina</i>
HETTANGIEN 40 m (Saint-Amand). 20 m (Beddes).	{	Calcaires dolomitiques, marnes et calcaire marneux	Calcaires marneux compacts, calcaires pseudoolithiques et calcaires dolomitiques alternant avec des marnes
		— niveau à Plantes	
		— <i>Ostrea sublamellosa</i> abond.	50 m ou davantage
		Calcaire pavé à <i>Diademopsis</i> Argile verte et calcaire dolomitique à écailles de Poisson * <i>Eomesodon liasicus</i>	
RHÉTIEN ?		Grès	

CHAPITRE III

NEVERS

La partie nivernaise du Val de Loire montre, à son extrémité méridionale, des affleurements liasiques et bajociens ; entre la Loire et l'Allier, bien visibles depuis Saint-Pierre-le-Moutier jusqu'aux faubourgs de Nevers, ils disparaissent à l'E sous une couverture d'argiles et de sables du Bourbonnais, déblayée seulement dans les petites vallées de la Colâtre et de ses

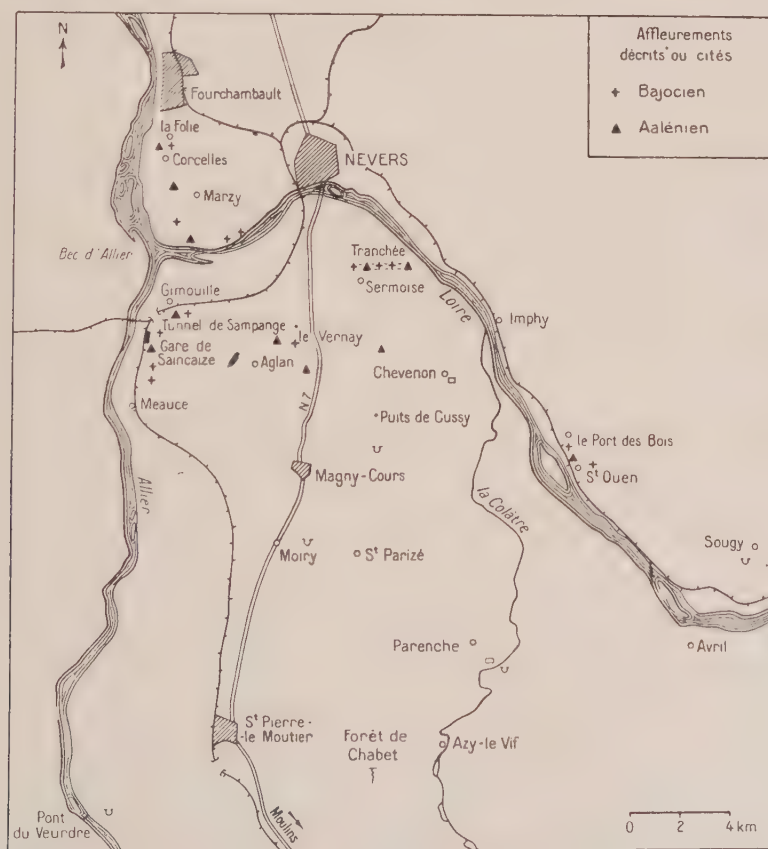


Fig. 11. — Carte des principaux affleurements des environs de Nevers.

affluents ; toute cette région peu accidentée est assez largement boisée ; elle contraste avec les plaines alluviales humides et marécageuses de la Loire et de l'Allier. Sur la rive droite de la Loire, en aval de Decize, on retrouve des affleurements secondaires que je signalerai plus brièvement. Enfin, sur la même rive, à l'W de Nevers, le Lias supérieur et le Bajocien forment les côteaux qui bordent la Loire (fig. 11).

La Carte Géologique au 1/80.000^e feuille de Nevers (123) et surtout la feuille de Saint-Pierre (135), supposent une disposition très simple des couches : de vastes surfaces d'affleurements correspondent à un pendage très faible ou nul, de rares failles interrompent la régularité des contours ; elles sont plus nombreuses au N de la Loire. Lefort (1896, pp. 23-25) protestait déjà contre les simplifications de la carte d'Ebray et en donnait une, littéralement hachée de failles. Je n'ai pas essayé de débrouiller à nouveau la tectonique de la région mais, en relevant des coupes de détail, j'ai été frappé par l'abondance des petites cassures à rejet souvent minime, de l'ordre de 1 m, parfois plus fort, et accompagnées de variations de pendage pouvant atteindre 5° à 10°. Le calcaire à Entroques ayant moins de 10 m d'épaisseur dans la région, ces accidents peu importants font passer très vite des marnes du Lias supérieur au calcaire marneux du Bajocien supérieur. Aussi la feuille de Saint-Pierre, qui ne figure que 2 failles entre la Loire et l'Allier, est peu exacte dans la région de Saincaize, Gimouille, Sermoise ; les travaux récents de la gare de Saincaize l'ont montré souvent.

Historique. — En 1848 Dufrénoy ¹ mentionne sur les deux rives de l'Allier, depuis les environs de Saint-Pierre-le-Moutiers jusqu'à Nevers, la série suivante : grès et arkoses de la base du Jurassique, calcaires magnésiens et schistoïdes, couches de calcaire à Gryphées, assez marneux ici, terminé par un niveau de calcaire spathique très fossilifère qui correspond probablement à la zone à *A. semicostatum* du Sinémurien supérieur, couches argileuses à Bélemnites et calcaire jaune à Entroques de l'Oolithe inférieure.

Ebray, dans ses « Etudes géologiques sur le département de la Nièvre », parues de 1858 à 1872, donne la coupe de l'Infra-lias de Livry et indique deux gisements de Toarcien fossilifères : la tranchée de la route de Nevers à Saint-Pierre et celle du chemin de fer à Gimouille ; je reprendrai plus loin cette dernière en détail. Dans le Bajocien, il place le calcaire à Entroques des environs de Nevers (tranchée de l'Aiguillon et de Fourchambault), surmonté d'un niveau de calcaire argileux à oolithes ferrugineuses à *Am. parkinsoni*, *humphriesi*, *sauzei* ; puis « la terre à foulon » à *Am. parkinsoni*, *polymorphus*...

Plus tard, Lefort (1883, 1896) complète notre information ; en particulier il distingue au sommet de l'Hettangien des calcaires blancs jaunâtres à petits Gastéropodes et il cite dans les bancs de calcaires du même étage, exploités pour pavés près de Saint-Pierre-le-Moutiers, *Am. planorbis*, *Am. angulatus*, *Am. johnstoni* ; il signale le minerai de fer de Gimouille à *Am. opalinus*, *Am. mactra*, à la base du calcaire à Entroques.

A la même époque, de Grossouvre (1885 a, pp. 363-365) précise la stratigraphie du Bajocien, il distingue 2 horizons dans les oolithes ferrugineuses du Bajocien moyen et signale un cordon très fossilifère avec *Am. polymorphus*, *Am. pseudo-anceps* à la base du Bathonien.

¹ DUFRÉNOY ET ELIE DE BEAUMONT, 1848, pp. 259-264.

La légende de la feuille de Saint-Pierre (135) au 1/80.000^e, publiée en 1888, résume assez bien les connaissances géologiques sur le Nivernais méridional à la fin du siècle dernier ¹.

Plus tard, Dareste de la Chavanne (1912, 1920, 1922) complète l'étude de l'Infra-lias et du Lias (sondage de la Forêt de Chabet) et l'abbé Dasse (1914, pp. 22-26) donne quelques renseignements sur le Bajocien et le Lias supérieur du NW de Nevers.

Mes observations ont porté principalement sur le Lias inférieur (9 coupes complètes ou partielles de l'Hettangien, 4 du Sinémurien) ainsi que sur l'Aalénien (12 coupes) et le Bajocien (18 coupes).

Outre mes récoltes personnelles, j'ai utilisé la collection Dareste de la Chavanne au Laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon et la collection Lefort actuellement aux Facultés Catholiques de Lyon ; je n'ai pu retrouver la collection de l'Abbé Dasse ; contrairement aux indications recueillies dans le pays, elle ne se trouve pas au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. La collection d'Ebray est au Laboratoire de Géologie de l'Université de Genève.

M. Boivin, alors professeur au Lycée de Nevers, m'a fourni plusieurs indications de gisements et m'a accompagné quelquefois sur le terrain.

RHÉTIEN

Les auteurs lui attribuent des marnes blanches et rouges ainsi qu'une épaisse série d'arkoses kaoliniques exploitées à Decize et, autrefois, au N de Saint-Parizé-le-Châtel ; aucun fossile, à ma connaissance, n'a été signalé dans ces couches. Cependant Dareste de la Chavanne (1920, pp. 26, 29), dans son étude du sondage de la Forêt de Chabet, place au sommet de la formation en les rapprochant du Bone-Bed, un banc de marnes noires, à écailles de Poissons et lumachelles d'Ostracés.

L'épaisseur de l'ensemble décroît du S au N de 20 m à 2 m.

HETTANGIEN

Il forme, à une quinzaine de kilomètres au S et au SE de Nevers, une large bande d'affleurements ; on la suit du Pont-du-Veurdre, au SW de Saint-Pierre-le-Moutier jusqu'à la vallée de la Colâtre, au N d'Azy-le-Vif ;

¹ La réimpression de cette feuille en 1941 a profité des travaux de Dareste de la Chavanne ; mais en remaniant la légende pour utiliser la classification moderne (Sinémurien, Lotharingien, Toarcien, Aalénien) on a introduit deux petites inexactitudes : on a attribué au Sinémurien les nodules phosphatés lotharingiens exploités près de la Guerche ; de même on a rangé dans le Toarcien supérieur les schistes à Posidonomyes et les calcaires à Poissons du Toarcien inférieur ou moyen (?).

104 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
on la retrouve à Sougy, non loin de Decize, sur la rive droite de la Loire ;
trois coupes détaillées, prises aux deux extrémités et au centre de la bande,
permettront de se faire une idée de sa composition.

1. — Coupe du Pont-du-Veurdre (654,6 × 195,7).

Sous 1 m de calcaire marneux gris-blanc, très clair, en blocs irréguliers, plus ou moins alignés et séparés par des délits plus marneux avec *Coroniceras rotiforme* Sow. et *Mactromya liasina* AGASS. (Sinémurien inf. (21)) viennent :

19 ? Calcaire gris violacé, à patine brune en surface, un peu marneux, avec nombreux débris de fossiles, fragments d'Encrines. 1 m.

18 ? Calcaire marneux dolomitique, jaunâtre, d'aspect poudreux, souvent caverneux en surface 0,45 m.

17 ? Calcaire jaune, un peu marneux, sublithographique, très compact 1,20 m.

16 ? Lit marno-calcaire se délitant en prismes 0,50 m.

15 ? Calcaire compact, un peu marneux, à grains très fins, cassure conchoïdale ; quelques sections de Lamellibranches et Gastéropodes en calcite, parfois mis en relief par l'érosion ; la partie inférieure présente la structure pseudoolithique. 2,50 m à 3 m.

14. Calcaire gris, plus marneux, et marnes en partie masquées par la végétation environ 15 m.

Leurs 2 m inférieurs renferment :

Ostrea sublamellosa DUNK., très abondante.

Mytilus sp.

Tretospira angulata DESH. et formes voisines.

Ils sont bien visibles dans le talus E de la route dans l'axe du pont sur l'Allier.

13 ? Calcaire gris brunâtre, un peu marneux, à structure oolithique ou pseudoolithique, en gros bancs compacts ; localement on voit de nombreuses sections de Gastéropodes et de Lamellibranches en calcite ; le calcaire renferme de très petits grains de quartz anguleux de 0,02 mm à 0,05 mm ; le banc inférieur contient des quartz plus gros 6 m.

A 400 m au SE, on voit, en quelques points, ces bancs reposer sur des marnes noires ou gris bleuté ; plus bas, le sol des vignes montre une couleur rouge intense, indice du Rhétien (?).

Les couches présentent un pendage de 7° W-NW.

Nous avons donc là une coupe à peu près complète de l'Hettangien ; on remarquera que son épaisseur dépasse 25 m.

2. — Région de Saint-Pierre et de Saint-Parizé-le-Châtel.

Sans nous attarder à suivre dans le détail les nombreux affleurements de ces calcaires hettangiens, signalons ceux des environs de Saint-Parizé-le-Châtel où quelques carrières sont encore exploitées (Moiry : 661,9 × 206,25 à 662,2 × 206,1 ; 661,6 × 204,7 ; carrière de Foncegrive près de Chéron 665,5-8 × 210,2 etc...). Le calcaire exploité est gris

clair, un peu brunâtre, prenant en surface une patine brun-rouille; il est généralement assez peu marneux et constitué par des débris roulés bien calibrés pris dans un ciment de calcite (structure pseudolithique); les petits grains de quartz sont fréquents, le plus souvent assez roulés, de même dimension que les autres débris constituant la roche; j'ai remarqué en outre de rares cristaux de quartz en prismes hexagonaux allongés avec leurs faces bien développées (cristaux de néoformation).

Les éléments détritiques peuvent être associés à des coquilles de Lamellibranches et de Gastéropodes en calcite, tantôt entières, tantôt brisées, et plus ou moins roulées. Localement, à Moiry, la roche prend une allure très grossière ou conglomératique; elle contient des galets de plusieurs centimètres de calcaire gris ou noir qui ont seulement leurs angles et leurs arêtes arrondis, et des grains de quartz de 0,5 cm à 2 cm. Des bancs plus marneux, voire des marnes franches, souvent de teinte verte, associés à des calcaires compacts sublithographiques ou à des calcaires sidérosiques fréquemment caverneux, peuvent s'intercaler, généralement dans la partie supérieure; des couches de même nature et plus épaisses semblent exister aussi à la partie inférieure à Pontaubert (660,6 × 204,4). L'épaisseur totale des calcaires visibles dans les exploitations peut atteindre 6 m à 7 m; les fossiles rencontrés sont :

Chlamys valoniensis DEFRANCE.

Mytilus lamellosus TERQ.

Cardinia pl. sp.

Le mètre supérieur, de teinte légèrement brunâtre ou rougeâtre, est riche en Gastéropodes et en articles d'Encrines; il présente une ou plusieurs surfaces perforées situées au sein de la série des bancs calcaires. A Moiry, j'ai recueilli en outre *Ophioderma* sp.

Ces calcaires hettangiens sont recouverts par des marnes et des calcaires marneux rognoneux blanchâtres qui renferment :

Mactromya liasina AGASS., abondante.

Coroniceras rotiforme Sow.

C'est la base du Sinémurien (21).

3. — Vallée de la Colâtre et coupe de Parenche.

A l'E, le long de la vallée de la Colâtre, une série d'anciennes carrières permet encore l'étude de l'Hettangien; certaines ont été décrites par Dareste de la Chavanne (1920, pp. 19-32), je donnerai seulement ici la coupe de Parenche, dont la carrière est encore partiellement en exploitation. Les bancs supérieurs s'observent près de la route (670,1 × 201,8), mais, si l'on veut une coupe complète, il faut se rendre dans une carrière aujourd'hui abandonnée, située au SE; sous 3 m à 4 m de calcaire, à Gryphées arquées, gris-bleu, assez cristallin, en bancs réguliers (Sinémurien) :

20-21. Calcaire marneux blanc rognoneux en lits irréguliers 1,50 m.

Coroniceras rotiforme Sow. dans la partie moyenne.

Mactromya liasina AGASS. abondantes, et Myaires.

Gastéropodes petite taille, mis en relief par l'érosion.

Dareste de la Chavanne (1920, p. 23) a subdivisé cette couche et distingué à la base :

— un horizon à Polypiers et Gastéropodes : *Montlivaultia guettardî*, *Cryptænia rostellæformis* DUNK.

— un horizon de 0,30 m à moules internes de *Tretospira* et *Ampullaria*.

Cet auteur attribue la couche à l'Hettangien supérieur; la présence de *Coroniceras rotiforme* dans sa partie moyenne nous incite à la placer au contraire à la base du Sinémurien, les faunes de Gastéropodes et de Lamellibranches n'ayant pas une signification très précise.

16-17 ? En-dessous, viennent des marnes grises ou vertes et des calcaires sidérosiques cristallins brun verdâtre, contenant des petits grains de quartz; ils présentent souvent l'aspect caverneux et peuvent être associés à des calcaires marneux; épaisseur variable selon les points : 0,80 m à 2 m.

15. Calcaire gris-brun, assez marneux, finement pseudoolithique; entre les oolites se placent quelques grains de quartz de 0,5 mm très arrondis et plus ou moins dépolis; il existe aussi une fine poussière quartzreuse anguleuse de 50 μ ; ce calcaire forme des bancs massifs 2,50 m.

14 ? Calcaire marneux et marnes gris très clair à nombreux Lamellibranches : 2 m.

Ostrea sublamellosa DUNK., très abondante.

Mytilus sp.

Cardinia sp.

Gastéropodes.

Diademopsis sp., rares radioles.

13 ? Calcaire gris, un peu marneux à nombreuses petites mouchetures rouille; nombreuses sections de Lamellibranches en calcite et petits débris roulés, quelques petits grains de quartz : 2 m.

12 ? Calcaire gris-brun, un peu marneux, à très nombreux débris de coquilles en calcite et fragments de calcaire roulés à centre gris foncé 1 m.

L'Hettangien de cette région aurait donc environ 10 m. Daresté de la Chavanne lui en donne 13 dans le sondage de la Forêt de Chabet.

4. — Coupe de Sougy.

Sur la rive droite de la Loire, à Sougy (679,7 $\times$ 206,0 à 5), à 10 km au NW de Decize, de chaque côté de la route de Nevers, une importante carrière exploite l'Hettangien sous le calcaire à Gryphées. En voici le détail :

21 b. Banc assez régulier gris bleuté avec sortes de « tubes » de calcaire plus clair, disposés obliquement et irrégulièrement; partie supérieure perforée, au moins localement 0,20 m.

21 a. Blocs calcaires irréguliers à aspect rognoneux séparés par des marnes blanches : 0,50 m.

* *Coroniceras rotiforme* SOW : WÄHNER, pl. 50, fig. 1 ab, côtes très fortes, un peu moins nombreuses que dans la figure.

* *Coroniceras* cf. *rotiforme* SOW : cf. WÄHNER, pl. 50, fig. 1 ab, tours moins hauts, croissance plus lente, côtes plus nombreuses.

Mactromya liasina AGASS., petite taille.

Pleuromya sp. et autres Myaires.

Gastéropodes petite taille.

19-20, 1 ou 2 bancs réguliers de calcaire, tantôt gris bleuté clair, compact, à grain très fin, à cassure conchoïdale, sans fossile, tantôt gris violacé avec nombreuses sections et débris de coquilles en calcite; petits articles d'Encrines miroitants, nombreux Gastéropodes dégagés à la surface : 0,20 m à 0,40 m.

Promathildia sinemuriensis MARTIN.

Promathildia (Tetrina) humberti MARTIN.

Rigauxia gracilis DARESTE.

Pseudomelania deshayesiana TERQ.

Procerithium quinquegranosum COSSM.

Striateonina buigneri TERQ.

Lima sp.

Diademopsis? sp., radioles.

Pentacrinus angulatus OPPEL.

----- Surface perforée avec huîtres fixées.

15 b. Calcaire blanc à gris clair, à peine marneux, pseudoolithique, à nombreux débris roulés et débris de coquilles; oolithes et coquilles se détachant en blanc mat dans le ciment gris plus cristallin; le grain est assez grossier à la partie supérieure (1 mm), la roche présente, après attaque à l'acide, un léger résidu de petits grains de quartz 2,80 m.

----- Surface perforée.

15 a. Calcaire identique à 15 b 0,45 m.

14⁹ Délit marneux riche en *Ostrea sublamellosa* DUNK.

----- Surface perforée avec très nombreuses *Ostrea sublamellosa* DUNK.

13⁹ Calcaire gris un peu marneux, à fine structure pseudoolithique; l'attaque à l'acide laisse quelques gros grains de quartz (0,3 mm à 0,2 mm) bien roulés et assez dépolis, et une fine poussière quartzeuse (0,05 mm).

Des calcaires finement pseudoolithiques et à débris, localement assez riches en articles d'Encrines, identiques à ceux décrits ci-dessus, s'observent sur 7 m ou 8 m, à 200 m au N des carrières, dans le talus qui domine la route nationale. A 10 m environ sous les calcaires marneux à *C. rotiforme* Sow., on voit des argiles vertes, puis 1 m de calcaire jaune-ocre, sidérosique, souvent poudreux et piqué de noir, aspect caverneux en surface. Ebray (1858, p. 288) a décrit la partie inférieure de la coupe, elle comprendrait des calcaires argileux à « *Diademopsis serialis* » surmontant des argiles vertes et des grès lumachelles avec *Mytilus*.

Résumé. — Sous des calcaires marneux blanchâtres à *C. rotiforme* Sow. du Sinémurien inférieur, l'Hettangien du Nivernais méridional peut se schématiser ainsi (fig. 12) :

— au sommet, des calcaires pseudoolithiques gris très clair, légèrement gréseux, exploités comme pierre de taille (à Sougy..) sur une épaisseur variant de 2 m à 6 m; la partie supérieure est riche en petits Gastéropodes et Lamellibranches à test de calcite, et en Encrines.

— Généralement à la partie moyenne, quelquefois à d'autres niveaux, se trouvent des argiles vertes et des calcaires tantôt gris-brun sidérosiques

108 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
à aspect poudreux, caverneux en surface, tantôt des calcaires sublithogra-
phiques gris verdâtre.

— La base comprend des calcaires plus marneux, encore finement gréseux et pseudoolithiques, généralement très riches en Lamellibranches, *Mytilus*, *Ostrea*, etc., et quelques débris de *Diademopsis*. Les bancs les plus inférieurs sont souvent plus compacts et moins marneux.

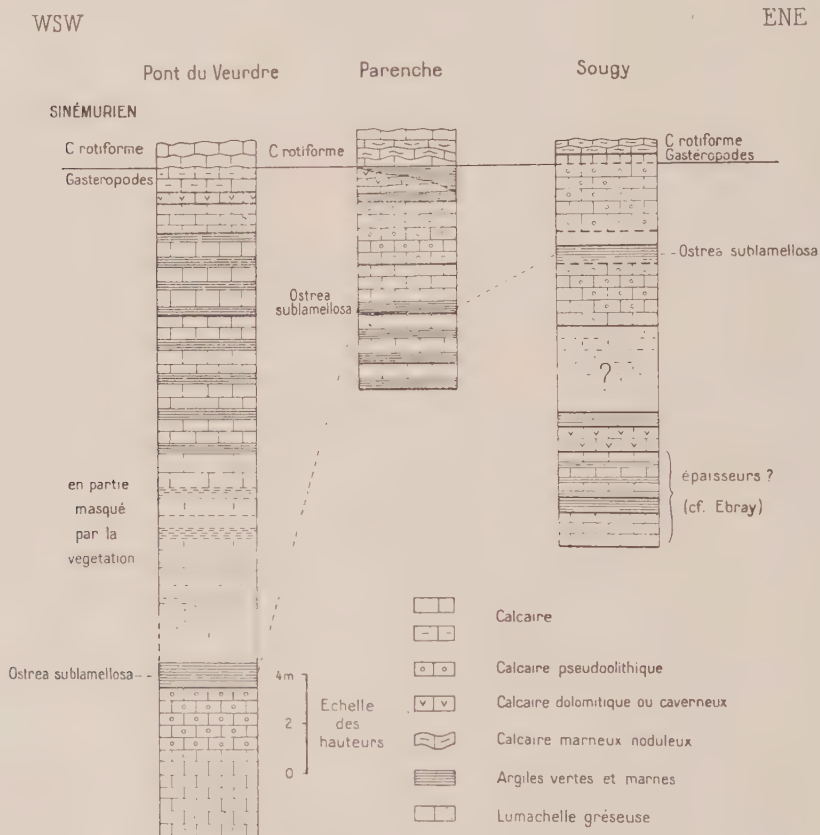


Fig. 12. — Hettangien du Nivernais.

L'épaisseur totale de l'étage est de 10 m à 25 m ; 13 m au sondage de la forêt de Chabet (Dareste de la Chavanne, 1920, p. 26).

Lefort (1883, p. 28) indique dans « les bancs à pavés supérieurs » *Am. planorbis*, *angulatus*, *johnstoni*, *caprotinus* ; il semble pourtant difficile que les fossiles de tous les horizons de l'Hettangien soient accumulés dans les bancs supérieurs ; il est tentant d'assimiler le sommet à la zone à *S. angulata* et la base, avec les nombreuses *Ostrea irregularis* et les radioles de *Diademopsis*, à la zone à *P. planorbe*, comme le font généralement les auteurs. Mais on peut se demander si les calcaires pseudoolithiques supé-

rieurs ne représentent pas au moins en partie, comme aux environs de Saint-Saulge (cf. p. 139) l'Hettangien moyen à *Alsatiles laqueus* ; il faudrait alors chercher la zone à *S. angulata* seulement dans les banes élevés du calcaire pseudoolithique, ou même dans les premiers décimètres du calcaire marneux rognoneux blanchâtre. Cette dernière solution aurait l'avantage d'attribuer à l'Hettangien supérieur des formations de même faciès que celles, bien datées, de la région de Corbigny et de Saint-Saulge ; cependant ici elle n'est appuyée sur aucune donnée paléontologique décisive.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

Malgré la largeur de l'affleurement correspondant à ces étages au NW de l'Hettangien, leur étude est difficile ; les gisements sont mauvais ; on doit se contenter de ramasser quelques Gryphées dans les champs. Cela tient à ce qu'une partie de ces étages sont formées d'alternances de calcaire marneux et de marnes. En tout cas, la pierre est de moins bonne qualité que celle de l'Hettangien, et on préfère exploiter ce dernier.

A sa base, le Sinémurien montre au moins 1 m de calcaire marneux blanchâtre rognoneux à *Coroniceras rotiforme* Sow., *Mactromya liasina* Agass., autres nombreux Myaires et toute la faune de petits Gastéropodes décrits par Dareste de la Chavanne (1912)¹. Ce niveau, très constant dans la région, peut servir de repère ; les détails sur cette zone à *C. rotiforme* ont été donnés plus haut au sommet de chacune des coupes de l'Hettangien.

Au-dessus viennent des calcaires gris-bleu, plus ou moins compacts légèrement marneux, en petits banes réguliers à surface ondulée, séparés par des délits marneux ; ils renferment de nombreuses Gryphées : *Gryphaea arcuata* LMK.

A Sougy (cf., p. 106), ils ont 4 m à 5 m d'épaisseur et contiennent dans la partie inférieure (22) :

Arnioceras cf. *ceratitoides* QUENST.

Coroniceras sp. du groupe de *C. bucklandi* Sow. : cf. *C. bucklandi* TATE et BLACKE, pl. 5, fig. 2, côtes moins arquées en avant.

Et nombreux autres *Coroniceras* des groupes *C. bucklandi* Sow. et *C. bisulcatum* BRUG.

Et à la partie supérieure :

D'abord (23) *Metarnioceras* pl. sp.

Puis (24) *Arnioceras* aff. *falcaries* QUENST. cf. Am., pl. 13, fig. 13, mais côtes droites.

Arnioceras miserabile QUENST. Am., pl. 13, fig. 27.

Arnioceras sp.

¹ Je pense qu'une bonne partie de cette faune est bien d'âge Sinémurien inférieur, comme le montre la présence de *Coroniceras rotiforme* Sow. Lamellibranches et Gastéropodes ne donnent pas une précision plus grande.

Ces dernières formes indiquent le Sinémurien supérieur; le Lotharingien a été enlevé par l'érosion en ce point.

A Parénche les bancs sont visibles sur 3 m à 4 m; les Ammonites sont plus rares; dans la moitié inférieure : *Coroniceras* sp. à croissance lente : cf. *Ammonites conybeari* Sow. : QUENST. Am., pl. 15, fig. 1, mais section moins large, plus carrée comme dans *A. bonnardi* D'ORB. P. F., pl. 46.

Et en haut : *Pararnioceras* sp. : cf. *Am. nodosaries* QUENST. Am., pl. 17, fig. 1, 2, 3 section de *Am. bisulcatus* WRIGHT, pl. 4, fig. 2, 3.

Coroniceras sp. petite taille.

Une coupe plus complète s'observe près de Saint-Pierre-le-Moutier dans les travaux de rectification (659,8 × 200 à 659,95 × 199,75) de la route nationale n° 7; les terrassements abandonnés depuis 1940 permettent d'observer un Sinémurien à peu près complet et un Lotharingien entier. Malheureusement le pendage des couches, faible à l'W (5° à 6°) croit plus ou moins régulièrement jusqu'à 20° environ et il est difficile à mesurer avec précision, si bien qu'il reste une incertitude sur l'épaisseur exacte de la formation; de plus le caractère lithologique des bancs, et la faune, suggèrent qu'une faille pourrait redoubler une partie des couches moyennes.

A l'W, on observe d'abord pendant 120 m, soit sur 15 m d'épaisseur, des bancs de calcaire gris-bleu un peu cristallin, à nombreux débris, alternant avec des bancs de calcaire gris sensiblement plus marneux, ils renferment à la base (22) :

De gros *Coroniceras*.

Gryphaea arcuata LMK.

Pentacrinus tuberculatus MILL.

Plagiostoma gigantea Sow.

Au sommet (23), au point où un petit chemin de terre coupe la rectification :

Euagassicerias (?) cf. *sauzeanum* D'ORB. : REYNÈS Mon., pl. 27, fig. 8, 9, 10, cloison différente.

Au-dessus, viennent des calcaires gris clair, plus marneux, à rares débris organiques; certains se débitent en blocs parallélépipédiques perpendiculaires à la stratification (10 m).

A 6 m au-dessus de *E.* cf. *sauzeanum*, j'ai récolté (25) :

Xiphoceras cf. *rasinodum* QUENST., section conforme, mais costulation plus proche de *X. æquicostatum* SPATH. : REYNÈS Mon., pl. 40, fig. 15-16.

Agassicerias (*Etomoceras*) *scipionianum*? D'ORB., fragment.

30 m plus loin, on retrouve, probablement ramenés par une petite faille, des calcaires gris-bleu clair légèrement violacés avec quelques facettes d'Entroques brillantes dans un ciment de calcaire marneux; les fossiles en calcite ont été dégagés par l'érosion (24)

Arnioceras miserabile? QUENST.

Arnioceras cf. *cuneiforme* HYATT., pl. 2, fig. 7, tours moins longtemps lisses.
Arnioceras sp.

Coroniceras resurgens DUM.

Un peu plus à l'E, 1 m environ plus haut, dans un calcaire assez marneux :

Euagassicerias aff. *sauzeanum* D'ORB. : cf. REYNÈS Mon., pl. 27, fig. 8, côtes encore plus épaisses.

Les bancs suivants se débitent en parallélépipèdes perpendiculairement à la stratification; puis viennent, sur 4 m ou 5 m environ d'épaisseur, des bancs de calcaire très marneux, toujours séparés par des marnes (25-26), avec nombreuses *Gryphæa* pl. sp., fossiles pyriteux; le mètre supérieur renferme (27-28) :

Echioceras sp. du groupe d'*E. raricostatum* ZIETEN.

Echioceras rhodanicum? S. BUCKM. = DUM. L. Inf., pl. 25, fig. 6-7.

Cymbites aff. *davidsoni* D'ORB., costulation plus marquée.

Oxynoticeras oxynotum QUENST.

Deroceras ou *Xipheroceras* sp., jeune.

Rhynchonella belemnítica QUENST. Jura, pl. 8, fig. 15; Brach., pl. 37, fig. 35.

Rh. cf. oxynoti QUENST. cf. Brach., pl. 37, fig. 63-67.

Ces 5 m supérieurs représentent le Lotharingien.

Cette coupe montre un Sinémurien beaucoup plus épais qu'à Sougy et probablement qu'à Parenche : il atteint au moins 20 m, peut-être davantage ; à 7 km au SW, le sondage de la forêt de Chabet a traversé une épaisseur comparable : 25 m de Sinémurien et 5 m de Lotharingien. Par ailleurs, il faut souligner la présence de bancs assez marneux dans le Sinémurien et le caractère franchement marneux du Lotharingien ; ce faciès semble général dans toute la région.

Un puits situé à 12 km au NNW, soit au N de Cussy (664,5 × 211,1), a montré sur 7 m d'épaisseur des calcaires très marneux gris ou bleu avec :

Oxynoticeras oxynotum QUENST.

Bifericeras biferum QUENST.

Gryphæa cymbium LMK. etc...

PLIENSBACHIEN et DOMÉRIEN

Ces étages, marneux, affleurent très mal; j'ai seulement pu observer des marnes grises à *Belemnites clavatus* STAHL dans un talus à l'W du Château du Bois Vert (663 × 211,35). Dareste de la Chavanne (1920, p. 24) les signale entre Azy-le-Vif et Avril-sur-Loire, près du moulin du Lac; sa coupe du sondage de la forêt de Chabet donne 12 m au Pliensbachien et 40 m au Domérien.

Le sommet de ce dernier étage reste assez marneux; les calcaires à Gryphées géantes, si classiques au N de la Loire, sont très réduits ou totalement absents ici. Au S de la ferme de Villecourt (666,6-7 × 214,5) on observe bien un certain relief, couronné par les bancs de base du Toarcien, mais je n'ai pu récolter aucun bloc de calcaire du Domérien supérieur, et le mauvais chemin de terre venant de la ferme traverse seulement les calcaires marneux gris ou blanchâtres avec :

Amaltheus margaritatus MONTE.

Belemnites sp.

Harpax pectinoides LMK.

TOARCIEN et AALÉNIEN INFÉRIEUR

1° **A la base du Toarcien**, il existe un niveau de calcaire brun-jaune se débitant en plaquettes, riche en débris et écailles de Poissons. Il est visible au S de la ferme de Villecourt : *Harpoceras* sp. empreintes.

Ensuite viennent des calcaires marneux et des marnes à ovoïdes assez fossilifères :

Hildoceras bifrons BRUG.

Cœloceras sp.

Belemnites pl. sp.

Ils affleurent en particulier au N de Magny-Court; malheureusement aucune coupe complète n'est visible; il faut se contenter des talus de route ou de déblais provenant du nettoyage des abreuvoirs pour le bétail. La tranchée de la route nationale, de Nevers à Moulin, au N de Magny-Court (vers 662,8 × 213), a été déjà signalée (Dareste, 1920, p. 25) elle est actuellement très peu fossilifère : *Trochus subduplicatus* D'ORB., *Belemnites* sp. Un abreuvoir situé à 2 km au SSE (661,8 × 211,2) m'a livré une faune assez abondante :

Harpoceras sp. fréquents du groupe de *H. falcifer* Sow.

Dactylioceras aff. *holandrei* D'ORB. : DUM. L. sup., pl. 27, fig. 1-3.

Belemnites (*Acrocelites*) sp.

Nucula hammeri DEFR.

Rhynchonella scalpellum QUENST.

Tous ces fossiles sont du Toarcien moyen .

D'après Lefort (1896, p. 90), l'ensemble de la série de marnes aurait 50 m à 60 m en Nivernais.

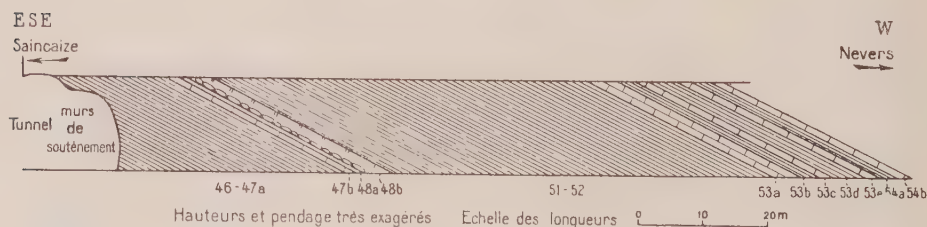


Fig. 13. — Coupe de la tranchée de Sampange (la voie est en légère courbe).

2° Le Toarcien supérieur et la moitié inférieure de l'Aalénien se voient dans la tranchée de la voie ferrée de Saincaize à Nevers (656,5 × 215,8) près du tunnel de Sampange (fig. 13).

A la sortie NE de l'ouvrage, des marnes affleurent sur quelques mètres la végétation empêche toute observation détaillée. Ebray (1858, p. 272; 1861, p. 509) y cite :

Ammonites radians (probablement un *Pseudogrammoceras*).

A. serpentinus.

Belemnites tripartitus, *B. irregularis*.

Turbo capitaneus.

C'est vraisemblablement la base du Toarcien supérieur (47).

Au-dessus, quelques bancs calcaires sont bien visibles sur les pentes de la tranchée; souvent ils ont glissé sur les marnes sous-jacentes et leur position exacte reste douteuse.

2 ou 3 bancs, de 10 cm à 20 cm d'épaisseur, de calcaire marneux (47 b), gris en surface, gris bleuté en profondeur, avec fins débris d'Encrines et autres coquilles, m'ont semblé stratigraphiquement un peu inférieurs; ils renferment :

- * *Grammoceras doerntense* DENCKM., pl. 8, fig. 4.
- * *Grammoceras* cf. *doerntense* DENCKM., pl. 8, fig. 3, côtes fréquemment groupées par 2, mais non tuberculées.
- * *Grammoceras* sp. cf. *G. doerntense* DENCKM., pl. 8, fig. 4, forme plus épaisse,
- * *Grammoceras* sp. cf. BUCKM. Inf. Ool., pl. 29, fig. 6-7, bien plus épais.
- * *Pseudogrammoceras* sp. cf. *G. doerntense* DENCKM., pl. 8, fig. 4, forme plus épaisse à dernier tour plus élevé et fausse carène.
- * *Pseudogrammoceras*? cf. *placidum* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 29, fig. 8.

Au-dessus, après quelques décimètres de marnes, règne (48 a) un lit de rognons de calcaire gris bleuté compact, assez marneux, jaunâtre en surface, avec nombreux débris de coquilles ou petites coquilles de Lamellibranches à test blanchâtre :

Astarte voltzi GOLDF.

Arca sp., petite taille.

Avec : * *Pseudogrammoceras obesum* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., fig. 146 in-text p. cl., avec des formes voisines.

Immédiatement au-dessus, vient un gros banc de 30 cm à 40 cm (48 b) de calcaire marneux compact, jaune-brun en surface, gris en profondeur; localement il devient une véritable lumachelle d'Astartes : *A. subtetragona* GOLDF., *A. voltzi* GOLDF. etc... On y recueille de nombreuses Ammonites :

Hammatoceras cf. *speciosum* JANENSCH, pl. 10, fig. 1 et formes voisines.

Pseudogrammoceras cotteswoldiæ S. BUCKM.

Pseudogrammoceras pedicum S. BUCKM.

Pseudogrammoceras pl. sp.

Belemnites irregularis SCHLOT.

La base de ces bancs contient de nombreux galets d'un calcaire bleu foncé avec petits débris miroitants; souvent ces galets, bien individualisés à leur base, passent insensiblement au banc calcaire à la partie supérieure; des *Pseudogrammoceras* gisent au milieu de ces galets. Enfin certains blocs montrent une surface supérieure profondément perforée, comme l'avait déjà noté Ebray. Ces perforations, comme les galets de la base, confirment le caractère peu profond du dépôt.

Ces différents bancs calcaires appartiennent à l'horizon moyen (48) et peut-être au sommet de l'horizon inférieur (47) du Toarcien supérieur. Il n'y a pas de formes de l'horizon terminal (49), à *Phlyscogrammoceras*. Peut-être est-il en lacune ainsi que la base de l'Aalénien ?

Au NE et au-dessus de ce banc calcaire perforé, viennent plusieurs mètres de marnes cachées par la végétation, apparemment sans fossiles (51 ?-52 ?) ; Ebray les décrit comme « une couche d'argile ferrugineuse sans fossiles » d'une épaisseur de 6 m. Elles pourraient correspondre à la zone à *Dumortieria*, à moins que cette zone manque dans la région.

A 120 m au NE de la sortie du tunnel, en raison du faible pendage E des couches, quelques bancs de calcaire marneux fossilifère apparaissent ; voici leur coupe détaillée de haut en bas :

54 b. Calcaire très marneux, gris verdâtre ou jaunâtre, fossiles à test blanc pulvérent : 0,15 m.

* *Pleydellia* sp. à côtes très fasciées cf. *P. subcompta* BRANCO : BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 13.

* *Pleydellia aalensis* ZIETEN, pl. 28, fig. 3.

* *Peydellia* (*Walkericeras* ?) *lotharingica* (?) BRANCO : BENECKE Eisen., pl. 51, fig. 2.

* *Pleydellia* (*Walkericeras*) ? sp. = *W. cf. fluitans* BRANCO, pl. 2, fig. 5 non DUM., fragment.

Orbiculoidea sp., *Trigonia* sp., *Parallelodon* sp.

54 a. Marnes gris-jaune avec traînées ocre et concrétions phosphatées, *Belemnites quenstedti* OPP. 0,20 m.

53 e. Calcaire très marneux au sommet, plus dur, se décomposant en petites dalles à la base : 0,10 m à 0,20 m.

* *Pleydellia* cf. *subcompta* BRANCO : BENECKE Eisen, pl. 48, fig. 3.

* *Pleydellia* sp. aff. *subcompta* BRANCO, pl. 5, fig. 3, côtes plus fasciées.

* *Pleydellia* pl. sp. à côtes de plus en plus fasciées jusqu'à *P. subcompta* BRANCO : BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 13.

Pleurotomaria sp.

53 d. Marnes gris clair avec passées ocre ; mauvaises empreintes d'Ammonites. 0,60 m :

53 c. Calcaire marneux gris à jaunâtre avec nombreuses sections de Lamellibranches et autres coquilles en calcite ; riche faune d'Ammonites et d'Astartes : . . . 0,20 m.

* *Cotteswoldia egena* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 23, fig. 9-11.

* *Pleydellia mactra* DUM. : SCHNEIDER, pl. 3, fig. 4, fréquente et formes intermédiaires entre *P. mactra* et *C. egena*.

* *Pleydellia* cf. *subcompta* BRANCO : cf. BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 13, côtes moins fortes et moins fasciées.

* *Pleydellia* cf. *subcompta* BRANCO : BENECKE Eisen., pl. 48, fig. 3.

Cœlastarte cf. *excavata* SOW. : ZIETEN, pl. 72, fig. 3.

53 b. Marnes avec *Gryphæa* aff. *sublobata* DESH. à crochet nettement strié radialement (cf. DUBAR, 1925, p. 286, fig. 44-45), mais crochet plus fortement recourbé, *Belemnites quenstedti* OPP. 0,20 m.

53 a. Deux bancs de calcaire plus marneux, gris verdâtre, séparés par des marnes : 0,50 m.

Pleydellia subcompta BRANCO, pl. 5, fig. 4.

Pleydellia sp. à costulation du type de *P. aalensis* ZIETEN mais beaucoup plus fine.

Gryphæa aff. *sublobata* DESH.

51-52 P Marnes très argileuses sans fossiles.

Cette alternance de marnes et de calcaire avec ces nombreuses Ammonites à costulation fortement fasciée, appartient à la base de la zone à *P. aalensis* (53) ; les *P. aalensis* ZIETEN typiques n'apparaissent que dans le banc le plus élevé (54 b).

Le développement de la végétation et l'état de la tranchée ne permettent pas, en ce point, l'étude des couches supérieures ; mais à 1,2 km à l'ENE, en contre-bas et à l'W d'une des routes menant à Saincaize, 200 m au NE du pont sur la voie ferrée, dit « Pont des mines », au-dessus d'un étang (657.65 $\times$ 216,15), affleure sur 2 m d'épaisseur un calcaire très marneux, assez friable, et pulvérulent, riche en oolithes et débris ferrugineux de taille très variée.

Cayeux (1922, p. 539-545, pl. 23, fig. 52) a décrit ce minerai de fer qui fut exploité quelque temps ; il le caractérise comme un minerai riche en débris de Crinoïdes et en éléments remaniés plus hématisés que la gangue, accompagnés de quelques oolithes et d'un peu de quartz détritique ; le ciment argilo-calcaire, assez sidérosique, n'est certainement pas le milieu générateur des oolithes. Cayeux (p. 539) cite d'après Ebray les fossiles suivants : *Hildoceras bifrons*, *Harpoceras radians*, *Haugia variabilis*, *Belemnites tripartitus*, etc... ; en réalité Ebray (1858, p. 30) parle des fossiles de l'ensemble des minerais de fer toarciens de la Nièvre, en particulier de celui de Lurcy-le-Bourg. Les auteurs qui ont décrit spécialement Gimouille, Lefort (1883, p. 24), de Grossouvre (1885 a, p. 365) ne citent qu'*Ammonites opalinus* REIN, avec *Belemnites rhenanus* OPP., *Ostrea beaumonti* RIV., *O. sarthacensis* D'ORB., *Rhynchonella cynocephala* RICH., *Terebratula ovoides* SOW., *T. infraoolithica* DESL. A vrai dire la faune semble, actuellement, assez pauvre, j'ai ramassé seulement :

* *Lioceras* sp. du groupe de *L. opalinum* ZIETEN, mauvais échantillon.

* *Zeilleria whitakeri* WALK. in DAV. sup., pl. 19, fig. 6.

* *Terebratula* sp. du groupe de *T. (Lobidothyris) ovoides* SOW. : DESL., 1862, pl. 61, fig. 9, 5, valve pédonculaire rongée.

Belemnites conoideus OPP. = *B. compressus conicus* QUENST. Ceph., pl. 27, fig. 4.

Ostrea sportella DUM.

ce qui permet cependant de préciser que cette oolithe est bien de la zone à *L. opalinum*.

Cette couche est immédiatement surmontée par des calcaires blancs ou jaune très clair, à nombreux débris échinodermiques roulés, en bancs épais, réguliers.

Les bancs inférieurs, les plus tendres renferment :

Trigonia producta LYCETT, *Trigonia hemispherica* LYCETT et de nombreuses autres Trigonies.

Lima (Plagiostoma) semicircularis GOLDF.

Galeropygus marcoui DESOR.

Rhabdocidaris horrida MÉRIAN, radioles

Une série d'autres coupes de l'Aalénien inférieur vont nous montrer des variations de faciès remarquables au sommet de la 3^e zone de cet étage.

3^e **En gare de Saincaize**, à l'occasion de travaux effectués pour poser une conduite d'eau dans le mur rocheux situé à l'E en face de la gare des voyageurs, en 1947, j'ai relevé la coupe suivante :

56. Calcaire blanc ou gris clair à nombreux débris, particulièrement des fragments d'Echinodermes, en bancs massifs sur plusieurs mètres.

55 b. Marnes gris-bleu foncé, finement sableuses et micacées (poussière quartzeuse abondante de 20 μ à 50 μ) prenant une allure granuleuse, avec plusieurs petits bancs de calcaire bleu assez clair ou jaunâtre, eux aussi finement gréseux et micacés.

. 2,50 m.

Au milieu :

Lioceras (Cypholioceras) opaliniforme S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 13, fig. 1-2.

Pleydellia cf. *buckmani* MAUBEUGE : cf. BUCKM. Inf. Ool., pl. 31, fig. 7, costulation plus fine.

55 a. Marne gris-bleu, compacte, finement sableuse et micacée, contenant de nombreux blocs de calcaire gris-brun, irrégulièrement disposés à la partie supérieure et formant des bancs réguliers assez compacts à la partie inférieure; ils sont peut-être légèrement crinoïdiques, mais toujours finement gréseux, micacés et très pyriteux.

. 2 m.

La partie inférieure m'a donné :

Lioceras sp. du groupe de *L. lineatum* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 8, fig. 1, avec un ombilic concave analogue à celui de *L. grave* S. BUCKM. *ibid.*, fig. 4-6.

On peut y ajouter *Lioceras plicatellum* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 9, fig. 7-8, trouvé dans les déblais avec une gangue identique.

54. Marnes gris-bleu et calcaire marneux gris foncé, finement gréseux et micacé :

. 1 m.

Pleydellia cf. *aalensis* ZIETEN : SCHNEIDER, pl. 3, fig. 2 et nombreuses autres

Pleydellia du groupe de *P. aalensis* BUCKM. Inf. Ool., pl. 32, fig. 4, etc...

Pleydellia cf. *lotharingica* BRANCO : BENECKE Eisen., pl. 51, fig. 1.

Rhynchonella cynocephala RICH.

Lamellibranches écrasés.

53 b. Marnes gris verdâtre, toujours micacées, à petits grains de quartz avec, à la partie supérieure, des nodules irréguliers de calcaire compact et un lit de 10 cm extrêmement micacé, faisant penser à un véritable psammite. La partie inférieure et

moyenne renferme plusieurs bancs de calcaire marneux plus ou moins compact, gris clair, devenant jaunâtre à l'air; les fossiles, souvent en calcite, ont un test blanc .
 1 m environ.

Pleydellia sp. du groupe de *P. subcompta* BRANCO.

Pleydellia sp.

53 a. A la base, un banc épais de calcaire brun ou bleu assez dur avec :

Gryphæa aff. *sublobata* DESH.

Trigonia sp., grande taille.

Astarte sp., grande taille.

Huitres fixées à la surface.

Toutes ces couches sauf (56) appartiennent à l'Aalénien moyen. Leur partie supérieure, les marno-calcaires gris, finement gréseux et micacés, se voient encore sur 1 m dans la petite carrière, située le long de la route qui suit la voie ferrée au S de la gare avant d'arriver à l'école (656,1 × 214,2); la roche est un peu plus compacte qu'en face de la gare de voyageurs; j'y ai récolté :

Lioceras cf. *plicatellum*? S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 9, fig. 7.

Lioceras sp.

Au-dessus, viennent les calcaires blancs à débris et fragments de Crinoïdes du Bajocien avec de grandes *Sonninia* rongées.

4° Le Vernay. — Le sommet de l'Aalénien moyen affleure aussi à la base de la carrière du Vernay (661,8 × 216,05); les fossiles sont encore moins bien conservés et indéterminables.

Les bancs de calcaire à *Pleydellia subcompta* BRANCO se retrouvent un peu au S, sur la route du Vernay à Aglan (661,5 × 215) et dans les champs au S du Château du Vernay (662,4 × 214,7).

Des marnes micacées, avec concrétions grésosableuses, « pistes de vers » et quelques rognons de calcaire marneux à grain fin, ont été exploitées pour des tuileries, un peu au N de ce dernier point, le long de la route de Nevers à Moulins (662,7 × 214,3); des marnes analogues ont été utilisées aussi plus à l'E, aux environs de Chevenon (vers 664,9 × 215,1); en l'absence de tout fossile, il est difficile de savoir si elles correspondent aux marnes sans fossiles (51 p. 52 p) de la base de l'Aalénien de la tranchée de Sampange ou aux marnes du Toarcien moyen; je n'ai pu retrouver à leur voisinage le banc épais de calcaire compact à *Pseudogrammoceras* qui aurait fixé leur position stratigraphique exacte.

5° Au N de la Loire, en face du bec d'Allier, on trouve les éléments d'une succession identique à celle de la tranchée de Sampange.

Les déblais d'un puits peu profond vers 657,2 × 218,25 ont montré les marnes toarciennes avec :

Hildoceras sp., fragment.

Belemnites ilminstrensis PHILL.

Trochus subduplicatus D'ORB.*Astarte voltzi* GOLDF.*Amussium pumilus* LMK.

Les cailloux des champs, un peu à l'W, montrent des calcaires marneux à *Pseudogrammoceras* et des calcaires jaunes à *Pleydellia* du groupe de *P. mactra* DUM. et de *P. subcompta* BRANCO.

6° J'ai relevé une bonne coupe de l'Aalénien moyen dans un puits situé au N de Marzy, sur la route de Corcelles, à 1 km avant d'arriver à ce hameau :

56 ? ou 60 ? Calcaire gris-blanc, devenant brun-jaune en surface. environ 2 m.

55 b. Calcaire gris jaunâtre, moins cristallin relativement marneux avec fines paillettes de mica, nombreux fossiles à test de calcite 0,20 m à 0,40 m.

* *Lioceras comptum* ? REIN. : BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 7, fig. 7, côtes moins fines, empreinte seule.

Astarte sp.

55 a. Marne gris bleuté, finement sableuse et micacée 0,50 m.

54 d. Calcaire marneux, gris-bleu, pyriteux, finement quartzeux et micacé, nombreuses Ammonites à test blanc jaunâtre : 0,10 m.

* *Pleydellia lotharingica* BRANCO : BENECKE Eisen., pl. 52, fig. 2.

* *Pleydellia aalensis* ZIETEN : SCHNEIDER, pl. 3, fig. 2.

Et nombreuses formes voisines.

Cœlastarte excavata SOW.

Parallelodon (*Cucullæa* ?) *inæquivalvis* GOLDF.

54 c. Marne gris bleuté, finement quartzeuse et micacée 1 m.

54 b. Marne identique avec deux banes de calcaire marneux tendre à nombreuses *Rhynchonella cynocephala* RICH. 1 m.

54 a. Marne identique avec petit banc de calcaire tendre 1,10 m.

53 b. Calcaire marneux gris-bleu, finement quartzeux et micacé, fossiles en calcite : 0,25 m.

* *Pleydellia* (*Cotteswoldia*) *crinita* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 31, fig. 3-4.

* *Pleydellia subcompta* BRANCO, pl. 5, fig. 3.

* *Dumortieria linearis* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 15-17.

Orbiculoidea sp.

53 a. Calcaire bleu, d'abord assez marneux, puis plus cristallin avec :

Gryphæa aff. *sublobata* DESH.

Les calcaires du sommet (56 ?-60 ?) sont probablement bajociens ; les couches (55 ab) appartiennent à la zone à *L. opalinum*, les banes inférieurs à la zone à *P. aalensis* avec l'horizon à *P. aalensis* (54 a-d), et l'horizon à *P. mactra* et *Cotteswoldia* (53 ab).

7° A 2 km au N (656,2 × 222,8-9) avant d'arriver à la Folie, faubourg de Fourchambault, plusieurs carrières exploitent les bancs cristallins du Bajocien et de l'Aalénien supérieur. A leur base, on observe 2 m de calcaire gris violacé, largement crinoïdique, et cristallin ; celui-ci se présente en bancs massifs, séparés par des délits de calcaire altéré feuilleté ; le centre des bancs, surtout des bancs inférieurs, est bleu ; la roche est riche en pyrite et c'est son oxydation qui donne leur teinte violacée aux parties superficielles. Les fossiles sont rares : quelques Bélemnites en section et un *Lioceras* sp., trop rongé pour être déterminable spécifiquement. Ce calcaire se termine par une surface supérieure très horizontale avec quelques perforations localement. Il s'agit, là encore, de dépôts du sommet de la zone à *L. opalinum*.

8° Plus près de Nevers (659,9 × 219,25), au bas d'une falaise de calcaire bajocien, à 400 m au N de la Loire, on relève la disposition suivante :

60. Calcaire gris clair, assez cristallin, avec débris arrondis, souvent échinodermiques (Bajocien) visible sur 4 m.

55. Bancs de calcaire gris ou brun, largement cristallin, presque uniquement formé de débris de Crinoïdes dans un ciment brun piqué d'oxyde de fer, qui alternent avec des marno-calcaires feuilletés plus ou moins finement graveleux, riche en fer : *Belemnites* sp. 1 m à 1,50 m.

54. Marnes et calcaire marneux gris-bleu, finement quartzeux et micacé : visible sur 0,50 m.

Pleydellia cf. *aalensis* ZIETEN : SCHNEIDER, pl. 3, fig. 2.

La couche (55) correspond toujours au sommet de la zone à *L. opalinum* et la couche de base (54) à la zone à *P. aalensis*.

9° Un dernier type d'Aalénien moyen s'observe à l'E des précédents, au N du village de Sermoise, dans une ancienne tranchée, creusée en 1917-1918 pour une voie ferrée américaine, qui devait relier directement Saincaize à Imphy. La coupe donnée ci-dessous est prise en contre-bas de la route de Sermoise au Crot de Savigny (665,05 × 217,6), mais la même disposition se retrouve près de la route de Sermoise à Nevers et au-dessus du canal (665,5 × 217,9) :

60. Calcaire gris-blanc cristallin, à nombreux débris roulés : Crinoïdes, Oursins, Bryozoaires avec faune de grandes *Sonninia* et *Witchellia* du groupe de *W. larviuscula* ; une *Sonninia* sp. a été récoltée à 0,80 m au-dessus de la base des calcaires visible sur 3 m.

----- surface bien horizontale et perforée localement :

54 b. Banc de constitution remarquablement complexe : . . . 0,25 m à 0,35 m.

Sa partie supérieure est un calcaire blanc ou gris clair, parfois teinté d'ocre : dans un ciment gris clair, plus ou moins largement cristallin, de nombreux éléments blancs ;

vus au microscope, ils se révèlent être des débris d'organismes roulés : Encrines, Echinodermes, Foraminifères, associés à des débris de calcaire analogue remaniés. Sa partie inférieure est un calcaire marneux gris-bleu, finement micacé et légèrement quartzeux (poussière de quartz de $20\ \mu$ à $40\ \mu$) ; il est compact et fait corps avec les fossiles ; au microscope, c'est un calcaire très argileux à nombreux petits organismes généralement en débris ; il y a beaucoup de petits fragments d'Echinodermes.

Le passage d'un type de calcaire à l'autre se fait de façons très variées ; parfois il est brusque, le calcaire marneux apparaît comme un galet dans le calcaire blanc ou inversement ; plus souvent il est insensible, le calcaire marneux se charge progressivement quoique très irrégulièrement de débris organiques blancs qui se disposent en traînées ou en nids. Il y a fréquemment alternance de lits marneux et cristallins avant d'arriver à un calcaire définitivement cristallin au sommet du banc. Enfin dans tout le banc, mais particulièrement à sa partie supérieure, se rencontrent de petits galets phosphatés, à angles arrondis, brun foncé ; ils sont parfois constitués par un fragment de fossile roulé et peu reconnaissable : moule interne d'Ammonite ou de Paralélodon.

Les Ammonites se rencontrent surtout dans les calcaires marneux :

Pleydellia cf. *aalensis* ZIETEN : QUENST. Am., pl. 54, fig. 2, formes à côtes fines avec divisions des côtes, tantôt à l'ombilic, tantôt au milieu des flancs.

Pleydellia cf. *aalensis* ZIETEN, pl. 28, fig. 3.

Pleydellia sp. du groupe de *P. aalensis*, costulation très forte.

Pleydellia aff. *aalensis* ZIETEN, costulation largement fasciée dans les tours internes cf. BENECKE Eisen., pl. 47, fig. 8.

Le calcaire blanc cristallin contient cependant :

Pleydellia (*Cotteswoldia*) *distans* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 1-2.

Avec d'autres Mollusques ; *Gresslya major* AGASS., *Nucula hammeri* DEFR., *Astarte* sp., *Pseudomelania heterocyclus* DESL. et *Rhynchonella* cf. *badensis* OPP. (Haas et Petri, 1882, pl. 6, fig. 1-2).

La structure complexe de ce banc est due au jeu des courants sous-marins qui ont amené une intrication remarquable des faciès, les éléments de calcaire roulés et les débris organiques plus ou moins triés s'accumulant localement ; ces divers types de dépôts sont contemporains, les fossiles récoltés appartiennent tous à l'héméra *aalensis*.

54 a. Alternance de marnes et de calcaire marneux, gris-bleu, finement micacé :
 visible sur 0,40 m.

Pleydellia sp. aff. *lotharingica* BRANCO cf. BENECKE Eisen., pl. 52, fig. 4, côtes plus fines et plus projetées en avant.

Lioceras sp. ?

Rhynchonella cynocephala RICH.

Le tableau A ci-contre résume les variations de faciès remarquables de l'Aalénien moyen aux environs de Nevers

Remarque. — Aucun dépôt des zones à *L. muchisonæ* et *L. concava* n'a été observé en place ; aussi le schéma indique une lacune correspondant à ces deux zones. Cependant, j'ai ramassé, dans les déblais des travaux de la gare de Saincaize deux échantillons de *Ludwigia* du groupe de *L. muchisonæ* ; il est donc vraisemblable que ces couches soient représentées localement dans la région.

TABLEAU A
AALÉNIEN ET BAJOCIEN INFÉRIEUR DES ENVIRONS DE NÉVERS

ZONES	HORIZONS	LA FOLIE BORDS de LOIRE	GARE de SAINCAIZE	GIMOUILLE	SERMOISE
BAJOCIEN	<i>O. sauzei</i>				oolithe ferrugineuse
	<i>S. souerbyyi</i>				
	<i>Witchellia</i> <i>Sonninia</i> (<i>Shirbuirnia</i>) <i>H. discites</i>	calcaire cristall.	?	?	
AALÉNIEN	<i>L. concava</i>	0	0	0	0
	<i>L. murchisonæ</i>	0	0	0	0
	<i>L. opalinum</i>	calcaire crinoïdique avec passées marno- sableuses 2 m	marnes et calcaire sableux, légèrement crinoïdique	oolithes ferrugineuses	0
	<i>P. aalensis</i>	calcaire marneux	calcaire marneux et marnes	calcaire marneux et marnes	banc complexe à calcaire crist. et calcaire marneux associés
	<i>P. subcompta</i>	?	calcaire marneux et marnes	calcaire marneux et marnes	
	<i>Dumortieria</i>	?	Marnes micacées sans fossile?		

AALÉNIEN SUPÉRIEUR et BAJOCIEN

On y distingue deux ensembles : à la base, des calcaires blancs, cristallins (Aalénien supérieur et Bajocien inférieur), et, au sommet, une épaisse série de marnes et de calcaires marneux un peu siliceux (Bajocien supérieur). Entre les deux, existe une couche peu épaisse de marnes et de calcaires marneux à oolithes ferrugineuses typiques ou recristallisées : c'est le Bajocien moyen.

Les affleurements seront étudiés en trois groupes : d'abord à l'W de Nevers : Marzy et Fourchambault, puis au SW, à la gare de Saincaize, enfin au SE, aux environs de Sermoise. On terminera par quelques indications sur des gisements situés à l'E de la Loire entre Imphy et Saint-Ouen.

1° Marzy et Fourchambault. — Des calcaires gris-blanc assez cristallins, formés de nombreux débris roulés qui sont souvent des fragments d'Echinodermes, ont été, ou sont encore, largement exploités tant à Marzy (656,4 × 219,9 etc...), qu'à Fourchambault ; les calcaires sont extraits sur 3 m à 4 m d'épaisseur.

À la Folie (656,2 × 222,8-9) :

Les bancs supérieurs et moyens renferment de grandes *Sonninia* généralement encroûtées peu déterminables, et d'assez nombreux Lamellibranches *Pecten* pl. sp., *Ostrea*, *Ctenostreon* ; c'est le Bajocien inférieur, la zone à *S. sowerbyi* (60-61).

Parmi les formes de la collection Lefort de cette région, j'ai déterminé : *Sonninia* sp. (= *S. cf. berkhimeri* GILLET, 1937, pl. 2, fig. 7, non DORN).

Les bancs inférieurs (0,50 m environ) renferment :

Gryphaea aff. *sublobata* DESH. à grande surface d'insertion.

Terebratula (*Loboidothyris*) cf. *ingens* ROLLIER, biplicissement net et étroit de la commissure frontale.

Je rapporte à ces mêmes bancs les fossiles suivants ramassés dans les déblais :

Hyperlioceras acuticarinatum? DORN, pl. 27, fig. 5 et pl. 7, in-text, fig. 12, moule interne rongé.

Haplopleuroceras cf. *crassum* GÉRARD, 1937, pl. 31, fig. 1-2, sillon plus marqué.

Terebratula (*Loboidothyris*) cf. *ingens* ROLLIER, fréquente.

L'ensemble de ces formes correspond à l'extrême base du Bajocien, horizon à *H. discites*. Ces calcaires blancs à débris reposent par une surface très horizontale sur les calcaires bruns crinoïdiques et finement sableux de l'Aalénien moyen (cf. *supra*, p. 119).

Une oolithe ferrugineuse du Bajocien moyen a été signalée au N de Fourchambault lors de travaux de terrassement à l'usine Edison¹ ; dans les collections Dareste de la Chavanne, j'ai reconnu :

Dorsetensia tecta S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 56, fig. 2-5.

Sonninia cf. *alsatica* HAUG : BUCKM. T. A., pl. 528.

.....

¹ DASSE, 1914, p. 24 ; DARESTE DE LA CHAVANNE, 1922, p. 73.

La collection Lefort contenait dans un calcaire avec quelques oolithes ferrugineuses altérées ou recristallisées : *Sonninia propinquans* BAYLE, var. *hussigniensis* GILLET, 1937, pl. 3, fig. 8.

2° Gare de Saincaize

(fig. 14). — Une coupe assez simple est donnée par une ancienne carrière ouverte dans la muraille rocheuse qui, à l'E, domine la gare ; elle est située à peu près à l'extrémité N des quais de la gare des voyageurs, en face du poste 1 ; de haut en bas :

67. Trois bancs de calcaire gris marneux, légèrement siliceux, séparés par des couches marneuses épaisses : *Garrantia* sp. 2 m.

Le banc inférieur contient de grosses oolithes (2 mm) phosphatées, aplaties, à couche corticale blanche.

64 b. Marnes brunes, à assez grosses oolithes ferrugineuses, à patine brune ; marnes blanches à la base. . . 0,20 m à 0,30 m.

64 a. Calcaire marneux gris à nombreuses pseudoolithes à couche corticale brune et centre recristallisé ou blanchâtre ; souvent le contenu des oolithes a été dissous : 0,15 m.

* *Sphaeroceras* (*Chondroceras*) cf. *wrighti* S. BUCKM.

* *Witchellia* (*Dorselensia*) sp. : cf. *D. complanata* HALL, 1892, pl. 10, fig. 5, avec côtes plus larges et plus aplaties, bifurcation peu nette.

Strigoceras sp.

Terebratulata sphæroidalis Sow.

Des blocs pétrographiquement identiques trouvés à quelques mètres de là dans les remblais de la Gare, permettent de compléter la faune :

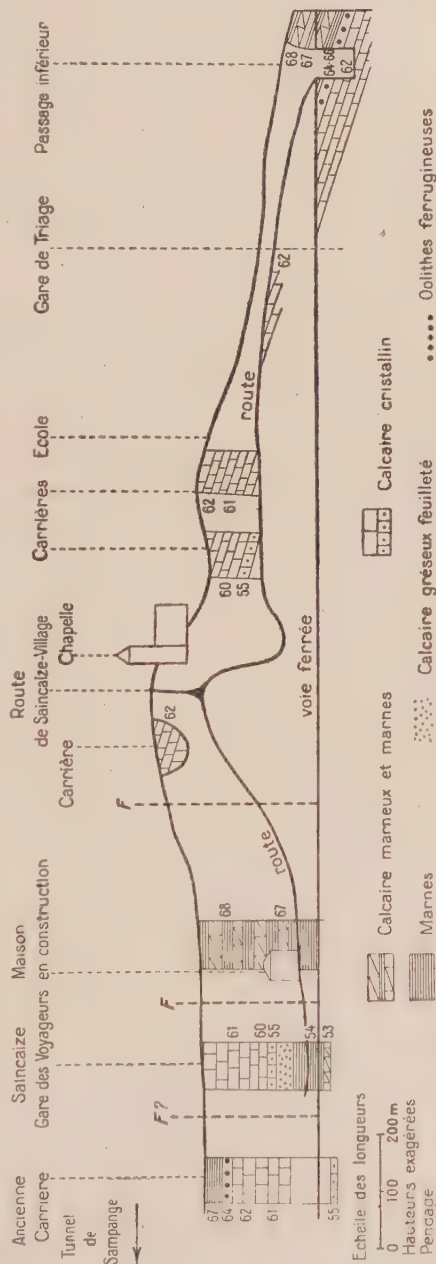


Fig. 14. — Croquis schématique montrant la disposition des couches et les principales failles à l'Est de la gare de Saincaize dans les talus dominant la voie et la route.

Sphaeroceras cf. *gervillii* Sow. : cf. BUCKM. T. A., pl. 724, ombilic plus étroit, tours plus épais.

* *Witchellia* cf. *complanata* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 53, fig. 1-2, costulation plus atténuée, ombilic moins ouvert.

Oppelia pl. sp.

62. Calcaire blanc ou gris clair, cristallin, à débris d'Echinodermes et autres fragments roulés formant des bancs tantôt compacts, tantôt plus irréguliers.

visibles sur 5 m.

Dans la partie supérieure, *Otoites* sp., fragment.

La partie inférieure est masquée par le mur de soutènement, mais en comparant les couches visibles dans des travaux au pied de ce mur avec celles décrites ci-dessus en face de la gare des voyageurs, on peut estimer à 7-8 m l'épaisseur totale des calcaires blancs cristallins.

La vieille carrière abandonnée, adossée au tunnel de Sampange et qui domine à l'E l'embranchement de la voie ferrée menant au port de Gimouille (656,15 × 215,5), montre exactement la même succession et permettrait de compléter les faunes de chaque couche. La partie supérieure du calcaire blanc cristallin est riche en *Ctenostreon*, Pectinidés, Myaires.

L'agrandissement de la gare de triage de Saincaize a amené l'établissement d'un passage inférieur, entièrement creusé dans le Bajocien à 1 km au S de la gare des voyageurs. En suivant les travaux de reconnaissance, puis le creusement de l'ouvrage lui-même, il a été possible de préciser et de compléter les coupes précédentes.

1° Le calcaire blanc cristallin (62) a été entamé sur 1 m à 2 m (3 m dans les travaux de reconnaissance).

Aux fragments divers et débris d'Echinodermes roulés, sont mêlées de nombreuses coquilles de Lamellibranches et Gastéropodes, généralement brisées en gros fragments. Dans le mètre supérieur, j'ai recueilli la faune suivante :

Otoites cf. *contractus* Sow. : BUCKM. T. A., pl. 158, côtes plus infléchies en avant; à 20 cm du sommet des calcaires.

Emileia polyschides WAAG. : QUENST. Am., pl. 64, fig. 7, et nombreuses petites *Emileia* voisines.

Stephanoceras (*Kumatostephanus*) *perjucundum* S. BUCKM. T. A., pl. 712 A, B.

Witchellia (*Dorsetensia*) *pulchra* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 52, fig. 25-27.

Nautilus sp.

Parallelodon dryo D'ORB.

Ctenostreon wrighti BAYLE.

Ctenostreon pectinoides SCHLOTH.

Ostrea eduliformis? SCHLOTH.

Trigonia sp. du groupe de *T. clavellata* Sow.

Pleurotomaria sp.

Cidaridé.

ce qui permet de rapporter ces calcaires aux épiboles *sauzei* et *Labyrinthoceras*.

2° Sur l'horizon (62), viennent quelques centimètres de marnes brunes feuilletées, surmontées elles-mêmes d'un banc de 10 cm à 15 cm de calcaire très marneux gris clair, chargé d'assez nombreuses pseudoolithes d'un diamètre de 1 mm, à couche corticale brune ou verdâtre (chlorite ?) et à centre blanchâtre ; cette couche contient des masses irrégulières à surface très contournée d'un calcaire blanc, compact, à grain très fin, constitué par une accumulation de spicules de Spongiaires dont certaines sections apparaissent comme des points noirs sur le fond blanc de la roche. Ces masses se présentent tantôt comme des sortes de galets, tantôt constituent presque toute l'épaisseur du banc, les calcaires marneux à oolithes emplissant seulement les cavités. La partie supérieure du banc est perforée. Il s'agit donc d'un banc de Spongiaires. Cet horizon est toujours présent dans les coupes relevées, mais son épaisseur et son aspect varient ; la faune elle-même diffère légèrement (en un point, quelques formes plus jeunes ont été recueillies), aussi décrirai-je séparément les différents endroits où je l'ai observée.

a) Trou de reconnaissance vers la sortie W du passage inférieur, fait en 1946 :

Sonninia cf. *deltafalcata* QUENST. : DORN, pl. 3, fig. 2 ab, ombilic plus grand.

Sonninia sp. cf. *deltafalcata* HAUG, 1892, pl. 9, fig. 5 ab, non QUENST.

Sonninia sp. très proche de *S. sulcata* HAUG, 1892, pl. 9, fig. 1 ab ; non BUCKMAN.

Pleurotomaria granulata Sow. var. *lævigata* DESL.

Nombreux Lamellibranches et Gastéropodes

Le calcaire est gris verdâtre, avec localement de nombreuses oolithes à couche corticale brune ; leur centre apparaît gris ou blanchâtre (cf. p. 26).

b) Trou de reconnaissance à l'E de la voie ferrée (1946) et récolte faite lors du creusement du passage inférieur.

La roche est généralement brune ; le calcaire à Spongiaires est plus développé, il constitue souvent presque toute l'épaisseur des bancs (63-64 a) :

* *Sonninia* sp. du groupe de *S. sulcata* S. BUCKM.

Teloceras sp., petite taille.

Oppelia sp.

Terebratula phillipsi MORRIS in DAV.

Terebratula sp.

Lima (*Oxytoma*) *munsteri* GOLDF.

c) Chemin d'accès E.

Ici le calcaire à Spongiaires est peu épais, souvent moins de 5 cm (64) :

* *Stephanoceras subcoronatum* OPP. : QUENST. Ceph., pl. 14, fig. 4 a, diamètre de 23 mm.

Sphæroceras (*Chondroceras*) sp., fragment.

Emileia (*Labyrinthoceras*) ? sp.

Trigonia du groupe de *T. costata* Sow.

Pleurotomaria du groupe de *P. ebrayana* D'ORB.

Ctenostreon pectinoides SCHLOTH.

Et en un autre point (65) :

* *Bigotites* cf. *tuberculatus* NICOLESCO, 1932, pl. 1, fig. 2, seule.

* *Parkinsonia* sp.

Strenoceras sp., empreinte.

d) Le calcaire marneux à oolithes ferrugineuses se retrouve à 1,500 km au S, dans le talus de la voie ferrée avant d'arriver à Meauce; il paraît plus réduit, à peine 5 cm d'épaisseur.

La plupart des formes récoltées dans ces couches à oolithes et pseudo-oolithes recristallisées sont du sommet de la zone à *O. sauzei* ou de la zone à *T. blagdeni*. Cependant la deuxième liste du chemin d'accès E donne une faune de la zone à *S. niortense* du Bajocien supérieur.

3° Au-dessus, des marnes grises, sèches et feuilletées, alternent avec des calcaires marneux, gris-bleu, un peu siliceux, rugueux au toucher, sur 4 m environ. Le banc inférieur contient d'assez nombreuses oolithes blanches phosphatées aplaties (1 mm à 2 mm), les bancs supérieurs et les marnes intercalaires en renferment encore quelques-unes.

On ramasse à la base :

Spiroceras bispinatum B. et S. : ROMAN et PÉTOURAUD, 1927, pl. 4, fig. 10.

* *Garantia* (*Pseudogarantia*) *dichotoma* BENTZ, 1928, pl. 19, fig. 2.

* *Garantia* cf. *minima*? WETZEL.

Belemnopsis sp.

Au milieu : *Garantia suevica* WETZEL = QUENST. Am., pl. 71, fig. 15.

Et plus haut : *Garantia dubia*? QUENST.

Garantia (*Pseudogarantia*) cf. *dichotoma* BENTZ.

Garantia (*Pseudogarantia*) aff. *dichotoma* BENTZ, à costulation plus fine.

Parallelodon concinnum GOLDF.

Montlivaultia sp.

4° Plus au S, à 400 m ou 500 m du passage inférieur, les travaux d'élargissement de la gare de triage ont coupé des bancs supérieurs à ceux décrits ci-dessus : 2 bancs de calcaire marneux brunâtre ou blanchâtre, séparés par 1 m de marnes brunâtres s'effleurissant à l'air (68) :

* *Parkinsonia subarietis* WETZEL.

Parkinsonia sp.

Nautilus cf. *lineatus* Sow.

Belemnopsis sp.

Rares sections d'Encrines.

Pour compléter cette étude, on se reportera au profil schématique N-S des couches immédiatement à l'E de la gare de Saincaize ; on notera les nombreuses petites failles (fig. 14).

Le Bajocien inférieur peut encore être étudié dans les carrières situées près de l'école de la gare de Saincaize (656,05 × 214,1-2) ou dans celles de Meauce (655,7 × 212,2 — 655,8 × 211,8), ou du Vernay (661,8 × 216). En

tous ces points on rencontre de grandes *Sonninia* et *Witchellia* rongées, encroûtées, indéterminables spécifiquement ; cependant au Vernay j'ai pu reconnaître *Sonninia* sp. du groupe de *S. fis-silobata* WAAGEN.

La collection Lefort possède une belle *Sonninia acanthodes* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 60 et pl. 63, de Gimouille.

3° Tranchée de Sermoise (fig. 15). — La tranchée de la voie américaine déjà mentionnée (p. 119) donne une coupe complète et à peu près continue de tout le Bajocien. La partie de la tranchée située à l'E de la route de Nevers à Sermoise entame le Bajocien inférieur, les bancs sont sensiblement horizontaux ; en quelques points on voit à leur base les calcaires marneux de la zone à *P. aalensis* couronnés par le banc complexe décrit ci-dessus (p. 119). Immédiatement à l'W de la route, la tranchée est un peu plus profonde et permet de constater que l'épaisseur totale de ce calcaire du Bajocien inférieur, entre les calcaires marneux aaléniens à sa base et une petite couche de calcaire marneux à oolithe ferrugineuse à son sommet, est seulement de 4,25 m. A 30 m de la route, une faille abaisse légèrement le compartiment W basculé avec un pendage de 10° à 20° SW, ce qui permet d'étudier tout le Bajocien supérieur en se déplaçant dans la tranchée.

A. — Détail des couches marneuses à oolithes ferrugineuses.

De haut en bas :

68. Calcaire marneux, gris brunâtre, à rares oolithes calcaires ou phosphatées aplaties, souvent à patine noire : 0,10 m.

Parkinsonia cf. *orbignyana* WETZEL = D'ORB.
P. F., pl. 122, fig. 1-2.

67 c. Marne argileuse brune, avec quelques oolithes phosphatées aplaties à patine brun foncé.
. 0,20 m à 0,25 m.

67 b. Calcaire gris bleuté très marneux, à nombreuses oolithes phosphatées à patine brune : *Garantia* sp. 0,10 m.

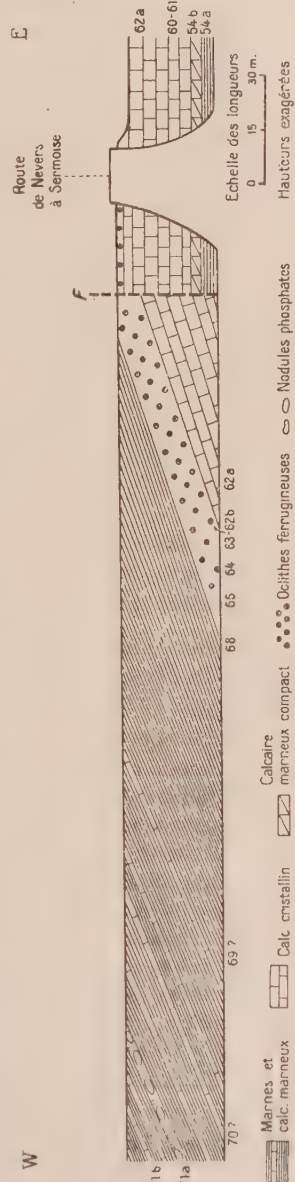


Fig. 15. — Coupe de la tranchée de Sermoise.

67 a. Calcaire très marneux blanc ou gris clair et marnes brunes assez argileuses, avec assez nombreuses oolithes ferrugineuses, souvent irrégulièrement dispersées ; « pistes de vers » : *Belemnites* sp. 0,80 m.

66. Calcaire assez marneux, à oolithes ferrugineuses brillantes, légèrement mordorées et un peu plus grosses que dans les bancs inférieurs ; elles sont assez régulièrement disposées. 0,15 m.

Strenoceras niortense D'ORB.

* *Perisphinctes* (*Leptosphinctes*) cf. *leptus* S. BUCKM. T. A., pl. 160.

Perisphinctes sp., petite taille.

* *Parkinsonia aplous* S. BUCKM. (*Caumontisphinctes*) T. A., pl. 241.

* *Garantia caumonti* D'ORB. P. F., pl. 138, fig. 3-4.

Pleurotomaria subelongata D'ORB.

64. Calcaire marneux gris, à nombreuses oolithes ferrugineuses ; la partie supérieure de la couche prend des teintes roses ou violacées ; on remarque quelques graviers ferrugineux anguleux de 2 mm à 10 mm : 0,10 m à 0,15 m.

* *Teloceras blagdeniforme* ROCHÉ, 1943, pl. 1, fig. 11.

Cadomites sp., petite taille.

Lissoceras cf. *semicostatum* S. BUCKM. T. A., pl. 400.

* *Oppelia* cf. *arcifer* S. BUCKM. T. A. pl. 473 (*Toxamblyites*), côtes plus fortes, plus espacées.

* *Oppelina* aff. *pulchra* S. BUCKM.

Gastéropodes.

----- surface d'abrasion nette coupant les fossiles.

63. Calcaire marneux, gris jaunâtre, à nombreuses oolithes ferrugineuses ; fossiles abondants, ils présentent une belle patine jaune à reflets métalliques :

. 0,05 m à 0,10 m.

* *Sonninia* cf. *patella* WAAGEN, pl. 25, fig. 2 b, ornementation plus atténuée.

* *Sonninia* cf. *deltafalcata* QUENST. : HAUG, 1892, pl. 9, fig. 8 a.

* *Nannoceras* cf. *nannomorphum* S. BUCKM. T. A., pl. 445.

Et nombreuses petites formes voisines.

* *Sonninia* sp. = cf. *S. furticarinata* HAUG, 1892, pl. 8, fig. 3, tours un peu plus épais au bord externe.

Et plusieurs formes voisines à ornementation atténuée ;

Et d'autres à côtes fortes, aplaties, très marquées dans les tours internes.

Sonninia sp. aff. *sulcata* S. BUCKM.

Sonninia aff. *pinguis* ROEMER.

Emileia polyschides WAAG.

* *Amberleya obernensis* HUDELSTON.

* *Pleurotomaria ebrayana* D'ORB.

* *Pseudomelania coarctata* DESL.

Et à l'extrême base (62 b), dans les creux du calcaire blanc sous-jacent :

* *Otoites* cf. *sauzei* D'ORB. : DOUVILLÉ, 1884, pl. 3, fig. 9.

* *Sonninia falcata* QUENST. Am. pl. 63, fig. 9.

62 a. Calcaire blanc cristallin à débris ; nombreuses *Serpula socialis* GOLDF., *Sonninia* sp. du groupe de *S. propinquans* BAYLE 4,25 m.

Les couches supérieures de cette petite coupe appartiennent à la zone à *G. garanti* (67 *abc*) et à la base de la zone à *P. parkinsoni* (68). La couche (66) est bien datée par ses *Strenoceras niortense* d'ORB. La couche (64), légèrement différente pétrographiquement, est un peu antérieure, zone à *T. blagdeni*.

Enfin la couche (63), nettement séparée des suivantes par une surface d'abrasion, appartient, au sommet de la zone à *O. sauzei*, puisque l'espèce indice a été trouvée à sa base (62 *b*), ce serait l'horizon à *S. alsatica*.

Il semble qu'il n'y ait pas eu d'arrêt important de sédimentation entre elle et les calcaires blancs sous-jacents.

B. — Bajocien supérieur.

Les marnes et calcaires marneux de cette formation sont d'abord très peu fossilifères dans la tranchée. C'est seulement à 150 m environ à l'W de la route, soit à 20 m ou 25 m au-dessus de l'oolithe ferrugineuse, que se rencontre un premier niveau fossilifère à petits Lamellibranches silicifiés.

69 ? *Avicula (Oxytoma) munsteri* BRONN., valves droite et gauche.

Avicula (Oxytoma) hersilia d'ORB.

Ostrea knorri VOLTZ.

avec : *Rhynchonella* sp.

Parkinsonia neuffensis ? OPPEL.

70 ? 50 m plus loin, soit 30 m à 35 m au-dessus des oolithes ferrugineuses, les bancs de calcaire marneux gris clair, un peu brunâtre, alternant avec des marnes renferment :

Parkinsonia cf. *friederici-augusti* ? WETZEL, 1911, pl. 16, fig. 7-8.

Gonyomya sp

Mytilus sp.

71 *a*. Ils se terminent par un banc épais d'environ 1 m riche en concrétions phosphatées; la surface supérieure est profondément perforée et les derniers décimètres de calcaire contiennent un certain nombre de galets eux aussi perforés :

Morphoceras polymorphum d'ORB.

Parkinsonia aff *planulata* QUENST. Ceph., pl. 11, fig. 2, section plus carrée, côtes plus droites.

Zigzagiceras sp.

71 *b*. Au-dessus viennent des calcaires très marneux blanchâtres avec fossiles gris phosphatés :

Morphoceras (Ebrayiceras) ocellatum S. BUCKM. T. A., pl. 173.

Oppelia fusca WAAG., pl. 16, fig. 6.

Æcotraustes sp.

Zigzagiceras sp.

Procerites sp.

Grossouvria aurigera OPPEL : DE GROSSOUVRE, 1918, pl. 15, fig. 6 et formes à tubercules paraboliques très marqués.

La faune de ces deux dernières couches les rattache déjà au Bathonien inférieur.

Ces couches se retrouvent au SW de Nevers, au N de la Loire (vers 659 × 218,5) avec le même banc à surface supérieure et à galets perforés riche en fossiles phosphatés :

Oppelia fusca WAAGEN.

Morphoceras polymorphum d'ORB. P. F., pl. 124, fig. 3.

Parkinsonia planulata QUENST. var. *mutabilis* NICOLESCO, pl. 13, fig. 4.

Parkinsonia pseudoparkinsoni WETZEL : NICOLESCO, pl. 6, fig. 2.

Et les marnes superposées :

Morphoceras jactatum S. BUCKM. T. A., pl. 769, se déroulant un peu plus tard.

Parkinsonia depressa QUENST. var. *crassa* NICOLESCO, pl. 11, fig. 5-6.

P. württembergica OPPEL : QUENST. Am. pl. 72, fig. 14.

P. cf. eimensis WETZEL : BUCKM. T. A., pl. 768, côtes un peu plus nombreuses, bord externe moins large.

Zigzagiceras clausiprocerum S. BUCKM. T. A., pl. 595 A, B.

4° **Sur la rive droite de la Loire, au SE de Nevers**, dans la région de *Saint-Ouen*, d'autres coupes du Bajocien peuvent s'observer :

1° Dans la tranchée de chemin de fer du Port-des-Bois (672,6 × 210,8), on voit le calcaire blanc crinoïdique à débris, avec pendage W net, reposer sur les marnes bleues grés-micacées du Lias supérieur; le banc de base du calcaire, riche en galets noirs phosphatés, m'a donné 2 mauvais fragments d'Ammonites indéterminables (Aalénien sup. ?), la série calcaire a 7,50 m d'épaisseur; plusieurs bancs montrent des surfaces perforées, d'autres sont bicolores comme dans la tranchée du Tendron, ce qui paraît indiquer des bancs d'éponges. Au-dessus vient une couche d'oolithe ferrugineuse peu fossilifère.

2° A 1 km à l'E (673,45 × 210,6-8), les travaux de rectification de la route nationale de Nevers à Genève permettent une nouvelle coupe. Au SE, les calcaires gris-blanc à débris du Bajocien inférieur avec patine jaune, visibles sur 5 m à 6 m, reposent sur des marnes micacées gris-bleu clair sans fossile (pendage 7°-8° NW) du Lias supérieur (?). Le virage au NW est taillé dans les marnes et les calcaires marneux du Bajocien supérieur; on y remarque une série de blocs de calcaire marneux grumeleux à fossiles silicifiés :

Avicula (Oxytoma) munsteri BRONN.

Avicula (Oxytoma) hersilia d'ORB.

Ostrea knorri VOLTZ.

Rhynchonella sp.

Aulacothyris sp.

Parkinsonia sp. du groupe de *P. neuffensis* OPPEL.

Belemnites sp.

A la partie supérieure la même faune de Lamellibranches silicifiés est associée à des Ammonites à affinités bathoniennes.

Interprétation. — Après la description de ces coupes du Bajocien, il est possible de préciser l'âge des trois ensembles indiqués au début de ce paragraphe.

Les calcaires blancs cristallins activement exploités dans la région débu-

tent, au moins à Fourchambault, avec l'épibole *discites* et comprennent l'essentiel du Bajocien inférieur ainsi qu'en témoignent de nombreuses grandes *Sonninia* et *Witchellia* ; leur dépôt cesse au cours de la zone à *O. sauzei*, mais à une époque un peu différente selon les points, puisqu'à Saincaize les épiboles *Labyrinthoceras* et *sauzei* sont bien représentées, alors qu'à Sermoise c'est à la base de l'Oolithe ferrugineuse qu'on trouve *Otoites sauzei* d'ORB. et les petites *Emileia*. L'épaisseur de cet ensemble varie entre 6 m à 8 m (Saincaize) et 4,25 m (Sermoise). On notera qu'en ce point nous avons déjà rencontré un Aalénien moyen réduit et marqué par des remaniements.

La coupe de Sermoise montre bien la complexité des couches de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses puisque, sans parler des marnes que la rareté des fossiles ne permet pas de dater avec certitude, on a dans un banc de 40 cm, 3 horizons bien distincts superposés, qui appartiennent respectivement à la base du Bajocien supérieur (66, *St. niortense*), au Bajocien moyen (64, *Epalxites*) et au sommet du Bajocien inférieur (63-62 b, *S. alsatica*, *O. sauzei*).

Les dépôts à oolithes ferrugineuses de la partie N de la gare de Saincaize avec *Chondroceras* cf. *wrighti* S. BUCKM., *Dorsetensia complanata* S. BUCKM., *Oppelia* sp. (épibole *Epalxites*) seraient l'équivalent de la deuxième couche de Sermoise (64) ; les calcaires à oolithes recristallisées du S de la gare de Saincaize comprennent en outre des formes du sommet de la zone à *O. sauzei* (horizon à *S. alsatica*, 63) et de la zone à *S. niortense* (66). Une étude paléontologique détaillée de toute la faune de *Sonninia* et *Oppelia*, en partie nouvelle, montrera probablement une complexité plus grande encore.

La liste de fossiles de l'oolithe de l'Usine Edison à Fourchambault donnée par DARESTE DE LA CHAVANNE (1922, p. 75), permet de penser qu'en ce point aussi on aurait pu distinguer au moins deux horizons, l'un du sommet de la zone à *O. sauzei*, l'autre de la zone à *T. blagdeni* ; DE GROSSOUVRE (1885 a, p. 364) l'avait déjà indiqué pour ce point.

Le faciès marno-calcaire du Bajocien supérieur débute, au moins à Saincaize, dès la base de l'héméra *garanti* (*Spiroceras bispinatum* S. et B. *Garantia dichotoma* BENTZ), il se poursuit à travers tout le Bajocien supérieur et jusqu'à la base du Bathonien ; l'épaisseur de la formation dépasse 30 m.

Série stratigraphique du Nivernais méridional.

BATHONIEN inf.	{ Débuté par un niveau à fossilès phosphatés : <i>Morphoceras polymorphum</i> , <i>Zigzagiceras</i> ...
BAJOCIEN sup. plus de 30 m.	{ Marnes et calcaires marneux, plus ou moins siliceux, à * <i>Garantia</i> et <i>Parkinsonia</i> . * Localement à la base : oolithes phosphatées ou ferrugineuses.

		Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses à * <i>St. niortense</i> (Sermoise).
BAJOCIEN MOY.		Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses à <i>Teloceras blagdeniforme</i> (Sermoise).
1 m à 2 m.		Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses * ou pseudoolithes recristallisées à <i>Sonninia sulcata</i> (* <i>O. sauzei</i> , à la base, à Sermoise).
		Calcaire blanc crinoïdique à débris :
inf.		— à <i>Otoites sauzei</i> , petites <i>Emileia</i> (Saincaize),
4 m à 8 m.		— à grandes <i>Sonninia</i> , <i>Gryphæa sublobata</i> , — * à <i>Hyperlioceras</i> , <i>Haplopleuroceras</i> , <i>Gryphæa</i> aff. <i>sublobata</i> (Fourchambault).
AALÉNIEN sup.		?
		* Calcaire crinoïdique (Saincaize, la Folie), * marne sableuse (bords de Loire), oolithe ferrugineuse (Gimouille), * lacune (Sermoise) — avec <i>L. opalinum</i> .
moy.		Marnes et calcaire marneux à <i>P. aalensis</i> ; * lacunes ou remaniements à Sermoise.
1 m à 10 m.		
inf.		* Zone à <i>Dumortieria</i> non fossilifère (Marnes) ou absente.
		Calcaire compact à <i>Pseudogrammoceras</i> et <i>Grammoceras</i> .
TOARCIEN		Marnes à <i>Hildoceras bifrons</i> .
50 m à 60 m.		Marnes à <i>Harpoceras</i> et <i>Dactylioceras</i> .
		Calcaire fissile à Poissons.
DOMÉRIEN		Marnes et calcaires très marneux.
40 m.		Marnes.
PLIENSBACHIE		Marnes à Ammonites pyriteuses et <i>Zeilleria numismalis</i> .
12 m.		
LOTHARINGIEN		* Marnes et calcaires très marneux à <i>Echioceras</i> , <i>Oxynoticeras</i> , <i>Bifericeras</i> ...
5 m.		Calcaire marneux à <i>Asteroceras obtusum</i> .
		Calcaire assez cristallin à <i>Arnioceras</i> .
SINÉMURIEN		Calcaire et marnes à <i>C. bucklandi</i> .
25 m.		Calcaire marneux blanchâtre à <i>C. rotiforme</i> et Gastéropodes.
		Plus calcaire et moins épais (5 m) à Sougy.
		Calcaire jaunâtre à Gastéropodes.
		Calcaire pseudoolithique.
HETTANGIEN		Calcaire sidérosique, souvent caverneux, calcaire sublithographique et argile verte.
10 m à 25 m.		Calcaire marneux, gréseux, ou pseudoolithique à <i>Ostrea</i> et <i>Dia-demopsis</i> .
RHÉTIEN ?		Argile rouge et grès.

CHAPITRE IV

BORDURE OCCIDENTALE DU MORVAN

La région étudiée dans ce chapitre correspond à peu près au Bazois ; large de 30 km d'E en W, elle s'allonge sur 60 km. de la Loire à l'extrémité septentrionale du département de la Nièvre, entre le Morvan granitique et les plateaux calcaires du Donzinois et des Amognes ; comme toujours les terres grasses du Lias en font une riche région d'élevage (fig. 16).

A l'E, elle est limitée par la faille bordière du Morvan, qui présente un grand rejet et amène généralement le Lias moyen ou supérieur, voire même le Bajocien, au contact des terrains anciens. Aux environs de Corbigny seulement, c'est le Lias inférieur qui vient buter contre le granite ou le microgranite ; la faille bordière a, en ce point, un rejet moindre. Cela tient à une disposition anticlinale, orientée E-W, qui se manifeste au sein du compartiment W effondré. En effet, autour de Corbigny, une série de failles font saillir les terrains cristallins au milieu du Lias, qui s'abaisse régulièrement de part et d'autre, au N et au S. Plus à l'W, au milieu des affleurements liasiques, le petit massif de Saint-Saulge constitue une autre région à tendance positive, allongée en direction méridienne, prolongée au S par le bassin permo-houiller de La Machine-Decize ; autour de ce horst cristallin de Saint-Saulge, comme dans la région de Corbigny, le Sinémurien et l'Hettangien affleurent largement. Le Lias, moyen et supérieur, dessine de larges bandes en lisière du Morvan et surtout à l'E et à l'W du massif de Saint-Saulge. Plus à l'W encore, le Bajocien affleure de façon continue ; il constitue également une dorsale au N de Saint-Saulge entre les vallées liasiques de l'Yonne et du Beuvron, et se retrouve, plus au N, dans la région de Nuars et Bazoches, ainsi qu'au S autour de Vandenesse.

Tectoniquement les couches, assez calmes au voisinage du Morvan, sont au contraire affectées de nombreuses failles dans la région de Corbigny et de Saint-Saulge-Decize. Au N de Saint-Saulge, un accident majeur relève à l'W un compartiment liasique déprimé qui est dominé à l'E par le Jurassique moyen de la bande effondrée ; cette disposition se suit jusqu'à la limite N du département de la Nièvre aux environs de Corvol-l'Orgueilleux.

L'inégale dureté des roches et les nombreuses failles donnent un relief assez varié. Le réseau hydrographique, assez complexe en cette zone de partage des eaux entre la Seine et la Loire, est en partie indépendant de

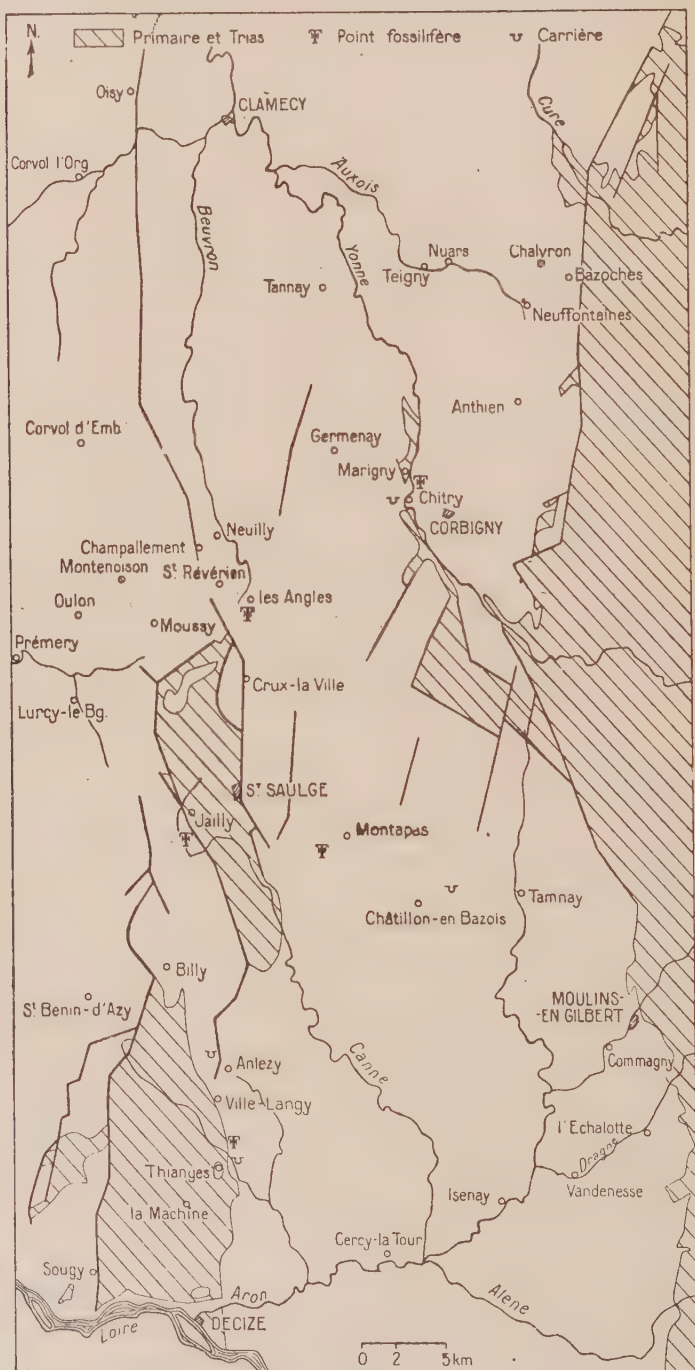


Fig. 16. — Carte des principaux gisements de la bordure occidentale du Morvan.

la nature géologique du sous-sol ; aucune rivière importante ne suit les longs affleurements de marnes liasiques.

Historique. — En dehors des indications données par A. Gillot dans l'Annuaire de la Nièvre pour 1840 et de celles très précieuses contenues dans les comptes rendus de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique à Nevers en 1858 ¹, la première publication importante sur cette région est celle d'Ebray (1858) : « Études géologiques sur le département de la Nièvre » ; après avoir traité des formations superficielles et ferrugineuses, ainsi que des systèmes de failles, il fait une description de chaque étage accompagnée de coupes précises ; il en donne de très nombreuses pour l'Infralias, et signale à leur base *Avicula contorta* ; le Lias inférieur (étage sinémurien), le Lias moyen, le Lias supérieur (étage toarcien) sont traités plus rapidement, mais les principales localités fossilifères sont indiquées ; à Lurey-le-Bourg, le Lias se termine par une couche d'oolithes ferrugineuses à *Am. variabilis*, *insignis*, etc... L'oolithe inférieure (étage bajocien) comprend le calcaire à Entroques couronné par une couche à oolithes ferrugineuses à *Am. parkinsoni*, *humphriesianus*, *sauzei*, etc... et des marnes et calcaires marneux à *Am. parkinsoni* (fuller's earth) ; cette dernière formation a une épaisseur très variable et l'oolithe ferrugineuse qui la surmonte arrive parfois à se confondre avec l'oolithe bajocienne qui est à sa base.

Cette étude, assez fouillée, ne sera guère dépassée par les travaux postérieurs. Lefort (1883, 1896) ajoute seulement quelques détails, mais il proteste contre l'existence d'*Avicula contorta* dans la Nièvre. Le compte rendu des dernières journées de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Semur en 1879 rapporte des observations intéressantes sur les environs de Corbigny, dans l'Hettangien en particulier, et sur Vandenesse. Plus tard de Grossouvre, Péron, Wetzel, ont parlé du Bajocien et spécialement des niveaux à oolithes ferrugineuses, comme je l'indiquerai dans le paragraphe réservé à cet étage.

Le Massif de Saint-Saulge a été étudié par de Launay (1895) ; traitant spécialement des roches cristallines, il aborde aussi le problème de la silicification locale de l'Hettangien et donne une série de coupes, dues à Busquet, qui montrent la structure très faillée de la région.

L'ensemble de ces travaux et les légendes des feuilles de Saint-Pierre (135), Nevers (123), Château-Chinon (124) de la carte géologique au 1/80.000^e, dues à Busquet et Vélain, permettent d'établir le bilan des connaissances géologiques qui figure à la fin de ce chapitre.

Je me suis surtout attaché à préciser le détail du Lias inférieur (18 coupes relevées dans l'Hettangien, 13 dans le Sinémurien et le Lotharingien) et du Bajocien (20 coupes relevées), ces formations présentent des variations de faciès remarquables. Je m'étendrai, en particulier, sur le Bajocien supérieur qui a fait l'objet de publications apparemment contradictoires. En multipliant les coupes de détail dans cette région assez étendue il sera possible de suivre pas à pas les variations de faciès et d'épaisseur, et de se faire une idée des conditions de dépôts pendant cette période.

¹ B.S.G.F. (2), XV, pp. 663-794, particulièrement pp. 682-689, 695-710, 717-720.

Le chapitre sera suivi d'un appendice consacré au petit flot de Lias de Ternant (5 coupes relevées dans l'Hettangien, 3 dans le Sinémurien-Lotharingien), perdu au S, à la bordure du Morvan, sur le synclinal carbonifère étudié par Michel-Lévy (1908).

En dehors de mes récoltes personnelles, j'ai utilisé la collection Lefort ¹ et les échantillons de la collection Philippe Thomas ¹, cités par Péron. J'ai parcouru rapidement la collection Péron, déposée au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, ainsi que les collections de la Sorbonne et de l'Institut Catholique de Paris.

M. Dubar m'a accompagné à Vandenesse et autour de Moulins-Engilbert. A Ternant, j'ai profité des indications de M. Copet, pépiniériste en vigne, qui a bien souvent guidé les géologues.

RHÉTIEN (?)

Le Trias est bien connu au S du Massif de Saint-Saulge, dans la région de Decize, où l'on exploite du gypse au sein des marnes du Keuper. Dans cette même région, au-dessus du Trias et intercalée dans les marnes rouges, vertes ou blanches, on connaît une couche « d'arkose kaolinique » blanche, attribuée traditionnellement au Rhétien.

A Decize, à l'E de la gare (686,7 × 205), la couche principale a 6 m d'épaisseur; elle est exploitée pour la céramique. En ce point on pourrait relever une bonne coupe, purement lithologique, mais il n'est pas possible de préciser dans le détail sa situation par rapport au Lias superposé; l'Hettangien est presque complètement masqué par la végétation et le Sinémurien a été enlevé par l'érosion.

A Thianges, au N de La Machine, les marnes triasiques sont exploitées pour des tuileries; elles se terminent, ou sont surmontées par des argiles rouges, puis par des couches gréseuses ou calcaires, où Ebray cite *Avicula contorta*. Je n'ai retrouvé ni ce fossile, ni aucune forme caractéristique du Rhétien. Je n'ai pas été plus heureux dans des couches gréseuses des environs de Saint-Saulge et de Corbigny. Plusieurs auteurs ont d'ailleurs nié la présence d'*Avicula contorta* en ces points. Les dépôts se poursuivent dans l'Hettangien avec le même faciès sans qu'il soit possible de tracer une limite pétrographique; aussi je décrirai ces couches grésocalcaires avec l'Hettangien sans vouloir trancher la question de leur âge.

Au moulin de Thianges (687,65 × 214,35), intercalés dans des marnes probablement encore triasiques, on voit des bancs de grès blanc verdâtre; certains se débitent en plaquettes, et sont riches en écailles de Poissons.

Plus au N, le Trias, toujours constitué par des grès et des argiles rouges, se réduit beaucoup ou manque totalement (Champallement).

¹ Actuellement aux Facultés Catholiques de Lyon.

HETTANGIEN

Cet étage, largement développé autour du massif de Saint-Saulge, présente, dans le détail, des aspects variés. Une série de coupes décrites en se déplaçant du S vers le N, en donnera une idée ; on résumera ensuite les caractères généraux des dépôts.

I. Région de La Machine et de Thianges. — A l'E du bassin permohouiller, la dépression triasique où coule la Barathe est dominée, au NE, par une côte constituée par l'Hettangien et couronnée de Sinémurien ; il est possible en plusieurs points d'y étudier ces étages.

Une coupe complète mais peu précise se voit dans les friches au SE de Chassy (686,95 × 216,8). La succession schématique est la suivante, de haut en bas :

20-22. Calcaire à Gryphées gris-bleu foncé, cristallin.

19 ? Quelques petits bancs de calcaire violacé, assez cristallin, riche en Encrines, radioles d'Oursins, Gastéropodes (*Turritella zenkeni* DUNK.). On note quelques gros grains de quartz. Au moins l'un des bancs est profondément perforé. . . . 1 m ?

18. Calcaire marneux gris bleuté, pâle, avec faune de Gastéropodes, Lamellibranches, quelques sections d'Encrines 3 m à 4 m.

17-12. Complexe de calcaire gris clair compact, assez marneux, de calcaire brun sidérosique, de calcaire caverneux brunâtre, séparés par des niveaux de marne ou d'argile verte. 20 m.

En des points voisins, on voit s'intercaler, probablement vers la base de ce complexe, des bancs de calcaire gris clair, assez miroitant, à petits grains de quartz abondants et faune de *Mytilus*.

Plus bas s'observent des marnes rouges, puis les grès assez grossiers du Trias.

Une coupe comparable s'observe le long de la route de Cercy-la-Tour près de la ferme de Choux ¹ (688,9 × 214,6).

Le sommet des champs montre un calcaire gris clair, un peu cristallin à *Zeilleria numismalis* LMK., *Spiriferina walcotti* Sow., *Gryphaea cymbium* LMK. du Lotharingien (25).

Un peu plus bas, dans les champs, on a des calcaires bleus plus cristallins avec *Arnioceras* sp., *Coroniceras* sp. du groupe de *C. bucklandi* Sow. du Sinémurien (24-22).

Ils reposent sur des calcaires marneux gris à délit noirâtres qui représentent l'Hettangien supérieur ; là encore, on remarque des blocs de calcaire violacé profondément perforés (19).

La partie inférieure de la coupe s'observe d'une façon continue dans les fossés de la route en contre-bas :

15 ? En face de la ferme de Choux, à l'W d'une faille qui ramène les marnes du Lias moyen, affleurent des calcaires gris clair, tantôt marneux et compacts, tantôt

¹ Cf. EBRAY, 1888, p. 287.

138 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
plus cristallins, véritable lumachelle de Lamellibranches à test de calcite se dégageant
très mal : *Isocyprina?* sp. voisine de *I. germari* DUNK.

14 ♀ Bancs de calcaire jaune compact, moiré, souvent moucheté de brun foncé, calcaire caverneux jaune-ocre un peu pulvérulent et calcaire gris assez tendre, finement gréseux, séparés par des lits d'argile verte. 4 m à 5 m.

12 ♀ Calcaire compact finement gréseux et scintillant, en plaquettes ou en dalles de 5 cm à 10 cm; nombreux Lamellibranches et quelques Gastéropodes, à test de calcite; les bancs sont séparés par des marnes grises graveleuses : . . . visible sur 1 m à 2 m.

Modiola rustica TERQ., *Modiola hoffmani* NILSON, *M. psilonoti* QUENST.

C'est à ce niveau qu'Ebray cite *Avicula contorta* et *A. dunkeri*; je n'ai pu les retrouver.

10 ♀ En-dessous, viennent des marnes vertes et jaunes, puis des argiles rouges et blanches mal visibles dans les talus.

Sur la route voisine, menant à Saint-Saulge (688,45 × 215,7), on voit s'intercaler 2 ou 3 bancs de calcaire gris, à grain fin, présentant une structure pseudoolithique très fine et un peu confuse (0,50 m).

Le chemin montant par l'W à la butte de Thianges (688,2 × 212,6) montrerait une coupe légèrement différente des bancs inférieurs.

II. Région de Saint-Saulge. — Nous allons voir se développer, dans la partie moyenne de l'étage, les calcaires pseudoolithiques et aussi, localement des bancs à Polypiers ou à Crinoïdes.

1° Au SW : Coupe de Billy ¹ le long de la route de Nevers à Château-Chinon, à l'E du village (685,7 × 224,15) : à la cote 304 :

19 ♀ Calcaire marneux gris clair et marnes. visibles sur 2 m.

Ils affleurent dans les champs au N de la route; faune de Lamellibranches (*Myaires*) et Gastéropodes.

----- surface perforée, huîtres fixées.

18. Petits bancs assez irréguliers de calcaire, tantôt gris clair compact à grain fin, tantôt gris brunâtre, plus cristallin, à nombreux débris de coquilles : *Mactromya liasina* AGASS 0,50 m à 0,60 m.

17 ♀-15 ♀ Calcaire généralement beaucoup plus cristallin avec, selon les points, des bancs riches en Crinoïdes surtout à la partie supérieure, des bancs à Polypiers et radioles d'Oursins prenant un aspect massif, bien visible au S de la route, ou encore calcaire gris à grain plus fin. : 0,50 m à 1,50 m.

14 ♀ Calcaire brun, plus ou moins ocreux, moucheté de noir, prenant souvent un aspect caverneux, en bancs séparés par des marnes vertes ou brunes; à la partie supérieure on voit de nombreux galets de calcaires divers et des grains de quartz.

. 1 m à 2 m.

11 ♀ Marnes vertes, calcaire verdâtre grumeleux, irrégulier, et calcaire à grain fin en plaquettes, nombreuses sections de fossiles difficiles à dégager : Radioles de *Diademopsis?* *Isocyprina?* sp. 0,50 m.

¹ Cf. EBRAY, 1858, p. 283

Au SE de la route, dans le hameau de Nanteuil, et le long du chemin qui y mène, on voit des calcaires gréseux plus ou moins grossiers qui semblent constituer la partie inférieure de l'Hettangien.

2° Au S : Coupe sur la route de Bona à Saint-Saulge près du moulin de Jailly ¹ (687,8 × 231,55).

De l'E à l'W et de haut en bas :

18-19. Calcaire marneux à grain fin, légèrement cristallin, en petits blocs irréguliers, blanc en surface, gris-brun clair en profondeur; nombreux petits Gastéropodes à test dissous (Hettangien supérieur). visible sur 2 m.
 ----- surface perforée bien visible à 900 m au SW, le long de la même route.

17? Calcaire brun assez cristallin contenant des galets de marne jaune, d'assez nombreux articles d'Encrines et des radioles d'Oursins; à la loupe, on voit de fins débris blancs irréguliers sans doute roulés, enrobés dans un ciment brun (structure pseudoolithique confuse); ce calcaire forme des bancs de 15 cm à 20 cm, alternant avec des marnes brunes. 1 m à 2 m.

16? 2 m ou 3 m plus bas, au sommet d'une ancienne carrière, on retrouve quelques bancs de calcaire analogue, brun ou gris clair, à nombreux petits débris blancs et petits grains de quartz très roulés et calibrés vers 50 µ. . . . visible sur 0,50 m.

14? Calcaire jaune-ocre, terreux et blanc verdâtre, parfois délité en plaquettes.
 0,60 m.

13? Gros banc de calcaire blanc ou gris très clair, à ciment de calcaire marneux peu cristallin, contenant localement des accumulations de coquilles en calcite qui en font une véritable lumachelle; les coquilles sont tellement enchevêtrées que, même dégagées par l'érosion, elles sont difficilement séparables et déterminables : *Promathidia dunkeri* TERQ., *Isocyprina* sp.; le banc inférieur contient de nombreux et gros grains de quartz (2 à 3 mm) 1,20 m.

Une ancienne excavation, située un peu plus bas, montre, sous ces calcaires à gros grains de quartz, des calcaires jaune-ocre, terreux, légèrement magnésiens, pouvant devenir caverneux; ils sont associés à des argiles vertes et noires. Plus bas existent des grès et des sables blancs; on peut les observer en quelques points sur la route de Jailly.

3° Un peu à l'W de Saint-Saulge, à Montapas, au lieu dit « le Haut du Mont » (692,8 × 232,35), sous les calcaires marneux blancs de l'Hettangien supérieur, une carrière m'a montré 2 m de calcaire gris clair finement cristallin, riche en petits grains de quartz et petits débris blancs roulés. Ils forment des bancs réguliers exploités comme pierre de taille; le banc supérieur est perforé. Ils reposent sur des calcaires très gréseux à gros grains de quartz.

La partie moyenne m'a donné * *Alsatites supraspiratum*? WÄHNER et des lits à nombreux Gervillies et Modioles.

4° Au SE : Coupe de Châtillon-en-Bazois. — Une bonne coupe de la partie inférieure peut s'observer au SW de Châtillon-en-Bazois, au-dessus du port, entre ce dernier et la route de Nevers ² (699,8 × 228,5).

¹ Cf. EBRAY, 1888, p. 283.

² Cf. EBRAY, 1888, p. 686.

17 ? Calcaire gris clair avec quelques taches rouille, en bancs compacts épais à structure pseudoolithique, et assez recristallisé. Il affleure dans le chemin descendant au port, un peu en dessous de la route de Nevers. Ebray cite de nombreuses Encrines dans ces bancs plus de 3 m.

16 ? Calcaire brun-ocre moiré devenant caverneux par place. au moins 0,50 m.

15 ? Calcaire gris-blanc en dalles, à structure pseudoolithique et à débris allongés mais roulés et petits grains de quartz 1 m.

14 ? Calcaire marneux gris violacé et argiles vertes 1 m.

13 ? Calcaire gris, dur, se débitant en plaquettes à *Modiola* sp. et calcaire marneux jaune ou verdâtre, très lité 1 m.

12 b ? Marnes brunes et vertes 1 m.

12 a ? Calcaire gréseux gris un peu violacé, à petits grains de quartz (30 μ à 200 μ), quelques paillettes de mica, nombreuses Modioles et Gervillies . . . visible sur 3 m.

On notera le développement du faciès pseudoolithique dans cette coupe; il était faiblement représenté dans les deux dernières. Par contre nous avions noté précédemment qu'il était très développé aux environs de Nevers (p. 107).

5° Est du Massif de Saint-Saulge : Coupe de Cruz-la-Ville ¹. — Elle se voit sur le chemin qui, au S du village, va rejoindre la route de Saint-Révérien à Saint-Saulge; une petite faille, non portée sur la carte, située à peu près à 250 m du bourg, au S d'un double virage, redouble la série qu'on peut résumer ainsi :

19 ? Calcaire marneux gris assez compact, à cassure conchoïdale; à sa partie supérieure, il existe un banc très perforé à *Dimyopsis emmerichi* v. BISTRAM.

18 ? Calcaire plus marneux assez rognoneux, *Mactromya liasina* AGASS., autres Myaires et Gastéropodes.

L'ensemble de ces calcaires marneux affleure sur 200 m au S du double virage; on les retrouve à l'entrée du village, il faut leur attribuer au moins 5 m d'épaisseur. Ils correspondent à l'Hettangien supérieur.

17 ? Un ou plusieurs bancs de 30 cm d'un calcaire gris clair scintillant, véritable lumachelle de Cardinies et autres Lamellibranches :

Cardinia sp.

Chlamys valoniensis DEFR.

Pentacrinus angulatus OPPEL.

Modiola sp.

16 ? Calcaire gris compact, à nombreux débris roulés et enrobés, à structure pseudoolithique dans un ciment marneux; quelques grains de quartz de 1 mm à 2 mm dans la partie supérieure 0,60 m.

Il affleure sur 1 m à 2 m dans un petit chemin à l'E près de la route de Saint-Saulge, où il a été sans doute exploité autrefois.

15 ? Marnes vertes environ 0,50 m.

¹ Cf. EBRAY, 1888, p. 284.

14^o Calcaire jaune-ocre, à cassure poudreuse, devenant vacuolaire en surface; à sa base il y a un petit banc de calcaire marneux compact verdâtre, à cassure parallélipédique visible sur 0,30 m à 0,40 m. Marnes.

12^o Environ 5 m plus bas on voit des grès blancs fins avec mauvais et rares Lamellibranches.

III. Région du Nord du Massif de Saint-Saulge. — Ici le faciès gréseux se développe et envahit la partie moyenne de l'étage.

1^o *Coupe de Moussy* : entre Prémery et Saint-Révérien, l'Hettangien affleure sur de larges surfaces et présente un faciès particulièrement grossier. En venant de Prémery, on peut observer la partie supérieure de l'étage au N de la route, immédiatement après avoir franchi le pont sur le ruisseau de Grenotte (683,8-9 × 243,9).

Le sommet des champs, dominant un vieux chemin menant à Moussy, est formé de Sinémurien : calcaire gris-bleu assez clair à nombreux débris, quelques *Gryphæa arcuata* LMK.

La partie du champ voisine du vieux chemin et le talus de ce dernier montrent, sur 3 m, des calcaires marneux gris clair, tantôt réguliers, tantôt assez noduleux alternant avec des marnes; les Gastéropodes sont fréquents, on note aussi quelques Polypiers, *Serpula socialis*, GOLDF., *Pentacrinus angulatus* OPPEL; certains bancs sont des Lumachelles à Cardinies. Ce faciès calcaréo-marneux semble se prolonger au S jusqu'à la route nationale et atteindre 10 m d'épaisseur (18-19).

En dessous, près du pont, viennent des grès blancs ou bruns, assez grossiers, à ciment calcaire; ils passent localement à des conglomérats, mais ces derniers sont peu importants. Les grès ont été exploités en de nombreux points, par exemple au S de la route en 684,2 × 243,6. Ces grès ont un pendage moyen de 2° W; ils donnent une belle surface structurale que la route de Saint-Révérien suit en montant régulièrement jusqu'au hameau des Bouillons.

En ce point classique ¹, les grès, particulièrement grossiers, sont visibles sur 3 m dans d'anciens trous d'extraction : ce sont des grès blancs à ciment calcaire, les grains de quartz de 2 à 3 mm de côté en moyenne, atteignent souvent 1 cm ou davantage. Par endroits ils contiennent de gros galets de quartz blanc ou gris, de silex ou de chailles et de roches partiellement silicifiées épuisées et devenues cavernes, ou même des galets de calcaire jaune en partie dissous; nous avons ainsi un véritable conglomérat, dont certains éléments dépassent la taille d'un œuf; le ciment est un grès calcaire à grain plus fin; il prédomine ou règne seul au sommet de chaque banc; la roche contient des cristaux de galène et de barytine vraisemblablement détritiques. Malgré l'allure très grossière de ces bancs, on y ramasse des fossiles : Lamellibranches surtout, et même Polypiers.

Ces grès dont la puissance ne semble pas dépasser 4 m à 5 m reposent sur des argiles gris verdâtre ayant environ 2 m d'épaisseur, celles-ci sont visibles sur le vieux chemin coupant le détour de la route Nationale 77 bis.

Sous elles, se placent des grès blancs ou roux, à grain fin, à ciment un peu calcaire, parfois complètement décalcifiés; ils renferment quelques Lamellibranches :

¹ EBRAY, 1858, p. 283 ; Excursion de la Société Géologique à Nevers en 1858, B. S. G. F. (2), XV, pp. 699-700.

Modiola, *Isocyprina*?, *Isocardia*? Malgré d'assez longues recherches, je n'ai pu y retrouver *Avicula contorta* signalé par Ebray. Ces grès reposent sur des marnes difficiles à voir.

2° *Saint-Révérien et Champallement*. — Le faciès de conglomérat est local; à 3 km au NE, près de Saint-Révérien, l'Hettangien est formé de grès blancs épais mais à grain très fin qui ont été activement exploités autrefois pour fournir des pavés à la ville de Paris. Un certain nombre de carrières sont encore visibles dans les bois entre Saint-Révérien et Champallement. Voici la coupe de l'une d'elle (687,8-9 × 247,4) :

— Sable blanc et grès fin tendre, fossilifère	0,50 m.
— Argile verte esquilleuse à cassure luisante	0,60 m.
— Masse sableuse ou argileuse, non calcaire, brun noirâtre, pulvérulente à la partie supérieure	0,15 m.
— Grès blanc, à grain fin, ciment siliceux, en bancs plus ou moins épais, la surface des bancs inférieurs est couverte de moules de fossiles peu déterminables.	
.	visible sur 7 m.

D'après la légende de la carte géologique, feuille de Nevers (123) 2° éd., ces grès auraient 13 m d'épaisseur. J'ai récolté en divers points *Cardinia depressa* QUENST., etc. Quand les carrières étaient exploitées, on y a ramassé des Plantes : *Otozamites latior* DE SAP., *Clathropteris platyphylla* GOPP.

D'après de Launay (1895, p. 16) et la légende de la carte géologique feuille de Nevers 2° éd., sous le château de Champallement, ces grès reposent directement sur le Microgranite et on les voit passer latéralement, dans les prés de la Bouille, au SW de Champallement, aux calcaires jaunes de l'Hettangien moyen. Ainsi ces grès, si épais, correspondraient, pour une partie au moins, à l'Hettangien moyen.

IV. Région de Corbigny. — Dans la coupe de la tranchée de l'Eche-reau, le long de la voie ferrée de Clamecy (700 × 253,25 à 35), on voit un type d'Hettangien intermédiaire, avec une partie moyenne assez gréseuse.

Cette tranchée a été visitée par la Société Géologique de France à sa réunion extraordinaire de 1879 et Vélain (1879 b, pp. 924-926) en a donné une coupe détaillée très complète; aujourd'hui on peut y observer de haut en bas :

19-15. Calcaire marneux noduleux gris blanchâtre et marnes formant sur plusieurs mètres un talus où il y a eu des glissements :

Schlotheimia sp. du groupe de *S. angulata* SCHLOTH., fragments.

Mactromya liasina AGASS. et autres Myaires.

Gastéropodes.

Vélain y distingue une zone supérieure à *Am. angulatus* (7 m) (19-18) et une zone inférieure de calcaire en plaquettes avec *Am. liasicus*, *Am. moreanus*, *Am. delmasi* (1 m) (17-15).

----- surface perforée, croûtes ferrugineuses et localement huîtres fixées (*Ostrea* sp., *Dimyopsis emmerichi* v. BISTR.).

14? Calcaire marneux gris blanchâtre assez clair, très scintillant à cause de nombreux fins grains de quartz, nombreux débris de coquilles; les fossiles forment des lits de Lumachelles à *Chlamys valoniensis* DEF. ou à *Cardinia* sp. A la base, le calcaire devient franchement gréseux et même grossier avec de gros grains de quartz de

plus d'1 cm de côté, des galets roulés et perforés de calcaire jaune-ocre, de quartz et de roches siliceuses venant des épanchements voisins, des galets de rhyolithe ou de microgranite 0,50 m à 0,70 m.

13 ? Calcaire un peu marneux, blanc verdâtre et calcaire jaune brunâtre.
 environ 0,30 m.

12 ? Grès blanc très fin à ciment calcaire; articles de Crinoides et baguettes d'Our-sins, à la partie supérieure, d'après Vélain 0,50 m à 0,80 m.

11 c ? Marnes feuilletées 0,05 m à 0,10 m.

11 b ? Grès blanc tendre 0,70 m.

J'ai pu étudier ces derniers grès et les couches inférieures grâce à une petite fouille; ce sont des grès calcaires gris violacé, à grain fin, ils deviennent bruns près de la surface sur 2 ou 3 mm; ils renferment de nombreuses paillettes de mica et de petits galets roulés d'argile verte; ils m'ont paru très peu fossilifères.

11 a ? Marne sableuse gris violacé ou verdâtre avec grains de quartz anguleux de 2 à 3 mm 0,05 m.

10. Calcaire gris verdâtre un peu marneux, finement grenu; l'attaque à l'acide laisse un faible et fin résidu quartzeux 0,50 m ?

9 ? Argile compacte verte ou jaune verdâtre 0,12 m à 0,15 m.
 Argile rouge.

A peu de distance en direction de Corbigny, on voit s'interstratifier dans ces marnes des masses siliceuses associées à des quartz et à de la fluorine. Elles sont attribuées au Trias (Vélain, 1879 *b*, pp. 921-924). Mais souvent, aux environs de Corbigny, comme à Champallement et sur la bordure orientale du Massif de Saint-Saulge, les phénomènes de silicification atteignent l'Hettangien; barytine et galène accompagnent fréquemment la silice (de Launay, 1895, p. 17).

Les couches de calcaire marneux noduleux appartiennent à l'Hettangien supérieur: zone à *S. angulata*, et au moins à une partie de l'Hettangien moyen: horizon à *A. laqueus*; les couches inférieures doivent être rangées dans l'Hettangien inférieur: zone à *P. planorbe* et peut-être dans la base de l'Hettangien moyen.

Vélain cite dans la couche (10) ? « *Avicula contorta* PORT, de petite taille et très rare » et, dans la couche (11 *b* ?) de grès roux, une faune à cachet rhétien: *Mytilus minutus* GOLDF., *Lima precursor* QUENST., *Pecten cloacinum* QUENST. Je n'ai pu retrouver aucun de ces fossiles, il est vrai que les conditions de gisement sont moins favorables que du temps de Vélain. Cependant il ne faudrait pas oublier que ses contemporains n'ont pas admis l'existence du Rhétien à Corbigny: ainsi le frère Anastase du pensionnat de Corbigny, après dix ans de recherches persévérantes; Collenot (1889, p. 44, note) et Lefort (1896, p. 83) sont du même avis et, s'ils admettent la présence de la mer rhétienne à l'W du Morvan, ils la font commencer seulement vers Saint-Révérien.

Résumé de l'Hettangien. — L'Hettangien supérieur se présente partout dans l'W du Morvan (exception faite de Ternant comme le montrera l'appendice (p. 185) sous un faciès de calcaire gris marneux, plus ou moins noduleux, alternant avec des marnes. La faune est faite de moules de Lamellibranches et de nombreux Gastéropodes ; *Schlotheimia angulata* SCHOLTH. a été ramassée à Corbigny et de mauvais fragments en d'autres endroits. Cependant à Corbigny ce faciès marneux atteint aussi, au moins en partie, la zone moyenne à *A. laqueus*, Velain y cite en effet *Am. fiasicus*, *Am. delmasi*. La collection Lefort renfermait un *Alsatites laqueus* QUENST. de ce point. Au contraire dans la région de Saint-Saulge, à Montapas, j'ai ramassé un *Alsatites* dans des calcaires compacts pseudoolithiques et gréseux de la partie inférieure ; il semble donc que, plus on va vers le N, plus le faciès marneux commence bas dans la série. L'épaisseur maximum de ce faciès est une dizaine de mètres. Des surfaces perforées peuvent se rencontrer en son milieu (Crux-la-Ville) ou à sa base (presque partout).

La partie inférieure de l'étage est constituée par des calcaires de types variés plus ou moins gréseux ou même par des grès. Les formations sont dans l'ensemble plus gréseuses au N qu'au S ; la partie supérieure est très grossière à Moussy où l'on a un véritable conglomérat, elle l'est un peu moins à Corbigny, très peu à Saint-Révérien et Champallement où les grès fins sont très épais : 13 m. Par contre les calcaires oolithiques et pseudoolithiques finement gréseux sont bien développés à Châtillon-en-Bazois et près de Saint-Saulge où ils ont donné un *Alsatites* (Hettangien moyen) ; leur épaisseur moyenne est de 2 m à 3 m.

A la partie moyenne, on notera l'existence des calcaires jaune-ocre à mouchetures ou dendrites de manganèse et cristaux luisants ; ils sont caverneux en surface et associés à des argiles vertes. Il sont peu épais au N : moins de 0,50 m à Corbigny et à Crux-la-Ville ; ils semblent manquer totalement à Moussy. Ils sont plus épais vers Saint-Saulge et la Machine, nous les retrouverons à Ternant, nous les connaissons déjà au S de Nevers, leur puissance varie assez rapidement.

A la base, on trouve presque toujours des bancs de grès. Leur ciment est généralement calcaire ; au S (ferme de Choux), ils passent localement à des calcaires, et renferment souvent des lamelles de Modioles, Gervillies, etc. et des plaquettes verdâtres à radioles de *Diademopsis* (*D. serialis* d'après Ebray). Par contre près de Saint-Révérien, ce sont des grès siliceux qui envahissent toute la moitié inférieure de l'Hettangien.

Enfin une partie de ces grès de base pourrait être rapportée au Rhétien, si les déterminations d'Ebray sont exactes, car il y cite souvent (Moussy, Crux-la-Ville, Châtillon-en-Bazois, ferme de Choux) l'*Avicula contorta*. Dans ce cas, suivant Lefort et Collenot, la mer rhétienne ne commencerait qu'à une certaine distance à l'W du Morvan aux environs de Saint-Révérien, c'est-à-dire au niveau de l'actuel massif de Saint-Saulge.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

Les affleurements de ces étages sont nombreux, je me bornerai ici à donner quelques coupes prises dans différentes régions. Le Sinémurien a son faciès classique de calcaire à Gryphées, les niveaux d'Ammonites forment de bons repères stratigraphiques dans le détail. Malheureusement les carrières se bornent à exploiter la partie moyenne et supérieure du Sinémurien et la moitié inférieure du Lotharingien ; il est plus difficile de voir les couches de passage à l'Hettangien et le Lotharingien supérieur très marneux. Nous décrirons les affleurements du S au N.

COUPE DE LA CARRIÈRE DE POISSON A THIANGES (689,3 × 213,45), de haut en bas :

25 b. Calcaire gris clair bleuté, assez marneux, avec débris de coquilles s'accumulant localement pour donner des plages plus foncées, gris violacé, inégalement réparties ; en petits bancs souvent perforés de 10 cm à 15 cm séparés par des délits marneux 0,70 m.

Arnioceras sp.

Belemnites oxynoti QUENST.

Gryphæa cymbium LMK.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. deffneri* OPPEL, nombreuses.

Zeilleria cor LMK., typique et formes de passage à *Z. numismalis* LMK.

Spiriferina tumida v. BUCH.

Pentacrinus tuberculatus MILL.

25 a. Calcaire bleu à gris clair, parfois violacé, légèrement cristallin, débris de coquilles, d'Encrines miroitantes, en bancs réguliers : 0,80 m.

Asteroceras sp.

Arnioceras sp.

Gryphæa cymbium LMK.

Zeilleria cf. *cor* LMK.

Spiriferina walcotti SOW.

A la base, le calcaire est plus cristallin : *Coroniceras* sp. petite taille, et nombreuses Cardinies.

24. Calcaire gris-bleu, à débris, assez cristallin, en bancs épais alternant avec des lits de calcaire schisteux : 1,50 m.

Arnioceras semicostatum Y et B., fragment

Coroniceras sp., petite taille.

Gryphæa arcuata LMK. et quelques formes voisines de *G. cymbium* LMK.

Belemnites acutus MILL.

23. Bancs compacts de calcaire bleu foncé de même type que (24) : . . . 0,75 m.

Euagassicerias aff. *saùzeanum* D'ORB., tours moins hauts, croissance plus rapide.

Arnioceras sp. cf. *falcaries* QUENST.

A sa base : calcaire schisteux feuilleté, avec nombreuses Gryphées :

Gryphæa arcuata LMK. de grande taille : BAYLE, 1878, pl. 126, fig. 3-5 et formes passant à la var. *lata* ZIETEN, pl. 49, fig. 2.

22. Calcaire gris-bleu compact, finement cristallin, avec nombreux débris de coquilles se perdant dans le ciment de calcaire légèrement marneux : 2 m.

Coroniceras sp. du groupe de *C. bucklandi* Sow. : cf. QUENST. Am., pl. 10, fig. 1.

Coroniceras cf. *sinemuriense* D'ORB. = QUENST. Am., pl. 11, fig. 18, côtes de forme irrégulière parfois noduleuses.

Arnioceras ceratitoides QUENST. - - -

Gryphæa arcuata LMK.

Cardinia sp.

Spiriferina tumida v. BUCH.

Interprétation. — Les couches (25 a, b) sont lotharingiennes ; (24 et 23) du sommet du Sinémurien, zone à *A. semicostatum* ; (22) de la zone à *C. bucklandi*.

Des coupes analogues se retrouvent dans les environs : au NE de Chassy (687,3 × 217,4) commune de Ville-Langy ; à Chevigny, commune d'Aunley (687,9 × 220).

LA PARTIE SUPÉRIEURE DU LOTHARINGIEN qui manque ici peut s'étudier à l'E de Decize dans une ancienne carrière sur le bord de la route de Cercy-la-Tour (688,7 × 203,8) ; on y voit :

28. Marnes et calcaire marneux gris un peu brunâtre, en bancs alternants : 2,50 m.

A la partie supérieure : *Euechioceras* cf. *nobile* TRUEM. et W. : BUCKM. T. A., pl. 482, côtes plus espacées et quelquefois bifurquées.

Et un peu plus bas : *Echioceras raricostatum* ZIETEN.

Oxynoticeras sp.

Pholadomya deshayesiana CHAP. et DEW.

Puis de nombreuses *Gryphæa cymbium* LMK. = *G. obliquata* BUVIGNIER, 1852, pl. 5, fig. 3-4.

En-dessous, vient un calcaire gris-bleu cristallin, visible sur 1 m environ.

LA BASE DU SINÉMURIEN n'a pu être observée dans la région de Decize, mais la coupe de Sougy, déjà décrite au chapitre de Nevers (p. 109), permet de s'en faire une idée. Plus au N, dans la région de Saint-Saulge, une petite coupe de cette base se voit aux Nerveux (689,9 × 235,55) et une meilleure près de Ligny commune de Cruz-la-Ville (689,4 × 239,1). Je décrirai celle-ci en détail, de haut en bas :

22. Calcaire bleu foncé compact, nombreux débris cristallins dans un ciment de calcaire légèrement marneux ; certains bancs sont extrêmement durs, les Ammonites

sont en calcite et très difficiles à dégager; les bancs de 20 cm d'épaisseur ont leur surface ondulée : 2 m.

* *Arnioceras geometricum* OPP. : DUM. L. Inf., pl. 7, fig. 8.

Coroniceras sp. du groupe de *C. bucklandi* Sow., fragments.

Gryphaea arcuata LMK., nombreuses.

Lima gigantea Sow.

Cardinia sp.

21. Calcaire marneux, gris clair avec taches blanches irrégulières, patine blanche en surface, sections de Gastéropodes ou de Lamellibranches en calcite; petits bancs séparés par des marnes. 0,70 m.

Le banc supérieur, plus compact, est encore légèrement cristallin; ce banc assez fossilifère renferme :

* *Coroniceras rotiforme* Sow. : WÄHNER, pl. 50, fig. 5.

Coroniceras sp., plusieurs autres petites formes.

* *Verniceras* (*Metophioceras*) sp. (voisin de *Am. bucklandi* BLACKIE : TATE et BL., pl. 5, fig. 2, non Sow., côtes moins arquées ici et costulation interne moins serrée).

Cardinia sp.

Myoconcha inclusa TERQ.

Myaires nombreux.

Dimyopsis emmerichi v. BISTRAM.

* *Pseudomelania zenkeni* TERQ.

* *Microschiza clathrata* DESH.

Microschiza sp.

* *Zygopleura* (*Katosira*) *carusensis* D'ORB.

* *Striateonina sinemuriensis* MARTIN.

* *Cælostylina* sp.

* *Promathildia* (*Teretrina*) *humberti* MARTIN.

Promathildia sp.

20 ? Calcaire marneux gris-bleu ou blanchâtre, avec traînées de limonite brune formant des rubanements irréguliers, petites pseudoolithes recristallisées à couche corticale noire, souvent la calcite a été dissoute et l'oolithe vidée de son contenu, faune de petits Gastéropodes 0,50 m.

Interprétation : le banc (22) appartient à la zone à *C. bucklandi*; (21 et 20) à la base du Sinémurien, zone à *C. rotiforme*.

La coupe la plus complète du Sinémurien et du Lotharingien que je connaisse se voit à TAMNAY, dans la carrière de M. Breugnot (705,2 × 229,5), de haut en bas :

32-21. Calcaire marneux gris-bleu très clair en bancs compacts, à cassure conchoïdale, séparé par des marnes ou des calcaires très marneux feuilletés et épais.

. 2,50 m.

A la partie supérieure : *Uptonia* sp., *Zeilleria numismalis* LMK.

28-26. Calcaire marneux gris-bleu ou blanc, avec fins débris noirs et concrétions blanches phosphatées; les fossiles sont souvent phosphatés; il forme des petits bancs de 15 à 25 cm séparés par des marnes : 1,50 m.

Oxynoticeras sp.

Echioceras sp. ?, empreinte.

Bifericeras annulosum? QUENST.

Gryphæa cymbium LMK., petite taille.

Rhynchonella fronto QUENST.

Zeilleria numismalis LMK.

25 b. Calcaire gris-bleu, finement cristallin, avec nodules blancs phosphatés; les bancs sont séparés par des délits schisteux : 1 m.

Asteroceras obtusum? Sow., petite taille = REYNÈS Mon., pl. 35 bis, fig. 1.

Asteroceras sp., *Oxynoticeras* sp.

Gryphæa cymbium LMK.

25 a. Calcaire gris-bleu foncé, cristallin, en bancs plus compacts : 0,90 m.

Asteroceras stellare Sow. : D'ORB. P. F., pl. 45.

Asteroceras cf. *stellare* Sow. : cf. REYNÈS Mon., pl. 36, fig. 3, 4.

Asteroceras aff. *obtusum* Sow., côtes deux fois plus nombreuses.

Asteroceras retusum REYNÈS.

Epophioceras landrioti D'ORB.

Arietites cf. *turneri* Sow.

Promicroceras sp. du groupe de *P. planicosta* Sow.

Belemnites oppeli MAYER.

Gryphæa cymbium LMK.

Arnioceras sp.

24 c. Calcaire identique au précédent 0,50 m.

Pararnioceras? cf. *alcinae* REYNÈS Mon., pl. 23, fig. 9, 10, côtes 2 fois plus espacées.

Arnioceras sp.

Gryphæa cf. *cymbium* LMK. de petite taille, l'une d'elles porte un sillon net.

24 b. Calcaire identique : 0,40 m.

Arnioceras cf. *semicostatum* Y. et B.

Arnioceras sp. = *Am. falcaries* ILYATT., pl. 2, fig. 27, non QUENST.

Arnioceras sp. = *Am. falcaries densicosta* QUENST. Am., pl. 13, fig. 7.

Arnioceras sp. = *Am. cf. semicostatum* LANGE, 1925, pl. 19, fig. 1, non Y et B.

24 a. Marnes feuilletées sèches. 0,10 m.

23 b. Calcaire gris-bleu, cristallin, en 4 petits bancs 0,50 m.

En haut : *Euaagassicerias spinaries* QUENST. Am., pl. 11, fig. 8.

Arnioceras miserabile QUENST.

En bas : *Metarnioceras* sp., nombreux exemplaires.

23 a. Gros banc compact de calcaire identique : 0,30 m.

Agassicerias (Etomoceras) scipionianum D'ORB. : QUENST. Am., pl. 14, fig. 3.

Arnioceras acuticarinatum SIMPS. : JAWORSKI, 1931, pl. 5, fig. 2.

22 b. 3 petits bancs irréguliers de calcaire bleu plus clair : 0,35 m.

Arnioceras ceratitoides? QUENST.

22 a. 2 bancs de calcaire compact à gros *Coroniceras* et *Cardinies*. 0,40 m.

Dans tous les bancs précédents (23 b-22 a), il y a d'assez nombreuses *Gryphæa arcuata* LMK.

D'après l'exploitant, ce calcaire bleu, cristallin, à Gryphées, se poursuit encore sur 1,50 m en profondeur; on en voit la base dans une excavation au centre de la carrière.

En dessous, vient un calcaire marneux gris clair finement gréseux; l'attaque à l'acide laisse une fine poussière de quartz de 30 μ à 100 μ et quelques grains de glauconie. C'est probablement l'Hettangien (?). D'après la coupe d'un puits voisin, il y aurait encore au moins 12 m de calcaire plus bas (Hettangien).

Une succession tout à fait comparable à la partie moyenne de cette coupe, avec les mêmes niveaux d'Ammonites, se voit à Frasnay près de Châtillon-en-Bazois (701,1 $\times$ 229,8).

Interprétation : les calcaires marneux du sommet appartiennent au Pliensbachien mais il est difficile de placer exactement la limite supérieure du Lotharingien étant donné la rareté des fossiles.

Les couches (28-26) sont du Lotharingien supérieur et les couches (25 a, b) du Lotharingien inférieur, il ne semble pas possible de séparer un niveau à *Asteroceras stellare* Sow. et un autre à *Asteroceras obtusum* Sow. En-dessous, vient le Sinémurien avec la succession de formes que nous retrouverons souvent : *Pararnioceras* et *Arnioceras* du groupe de *A. semiscostatum* Y. et B., *Euagassiceras* et *Metarnioceras*, *Ælomoceras*, *Arnioceras* du groupe de *A. ceratitoides* QUENST. et gros *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow.

Une dernière coupe du Lias inférieur sera prise près de CORBIGNY, à l'W de Chitry-les-Mines et au S de la butte de Marigny (698,5 $\times$ 252,1) de haut en bas :

25 b. Calcaire gris-bleu clair, un peu marneux, avec perforations ou taches bleu foncé, localement quelques croûtes ferrugineuses, en gros bancs; fossiles à test de calcite jaune orangé : 0,50 m.

Asteroceras stellare Sow.

Asteroceras sp.

Promicroceras du groupe de *P. planicosta* Sow.

Gryphæa cymbium LMK.

Pentacrinus tuberculatus MILL., grande taille.

25 a. Calcaire identique, en bancs moins épais, souvent irréguliers, avec intercalation de calcaire schisteux : 0,60 m.

Arietites cf. *turneri* Sow., 1812, pl. 452 (croissance un peu plus rapide, sillon plus large, ce qui le rapproche de *A. brooki* Sow.).

Gryphæa cymbium LMK.

Spiriferina walcotti Sow., grande taille.

24-23. Calcaire bleu à débris, assez cristallin, en petits bancs; le banc supérieur est blanchâtre et semble perforé, les fossiles sont surtout abondants à la base.

1,50 m.

Arnioceras cf. *miserabile* QUENST.

Metarnioceras cf. *sheppardi* SPATH.

Metarnioceras sp.

Metacymbites davidsoni? DUM.

Belemnites acutus MILL.

Rhynchonella sp., petite taille, très nombreuses.

22 c. Calcaire identique en bancs réguliers à surface ondulée avec nombreuses Gryphées arquées et Cardinies environ 1 m.

A la base, nombreux gros *Coroniceras* :

C. cf. *bucklandi* Sow. = REYNÈS Mon., pl. 21, fig. 5-6.

C. aff. *bucklandi* Sow. = *Am. bucklandi costosus* QUENST. Am., pl. 10, fig. 1.

C. aff. *bucklandi* Sow. = WRIGHT, pl. 1, fig. 1-2, croissance plus lente, section plus large au bord externe.

22 b. Banc de calcaire bleu, cristallin, compact, très régulier, avec nombreux fossiles en calcite mis en relief par l'érosion : 0,15 m.

Arnioceras ceratitoides QUENST. Am., pl. 13, fig. 10-11.

Arnioceras sp. = *Am. fulcaris densicosta* QUENST. Am., pl. 13, fig. 7.

Cardinia sp.

22 a. Calcaire bleu, identique au précédent à sa partie supérieure; il contient de nombreuses Gryphées arquées et de gros *Coroniceras*. A la base il est moins cristallin, de couleur plus claire, les Gryphées sont moins nombreuses. 2,50 m.

Nous avons dans cette carrière le Lotharingien inférieur (25 a, b) et presque tout le Sinémurien : zone à *A. semicostatum* (24-23) et zone à *C. bucklandi* (22 a-c). Le Lotharingien supérieur, calcaréo-marneux, a été enlevé par l'érosion, nous le retrouverons à la base des coupes du Pliensbachien (cf. p. 154).

La BASE DU SINÉMURIEN se voit légèrement en dessous de la carrière, au voisinage du four à chaux : quelques bancs de calcaire marneux rogneux, bleu ou blanchâtre, surmontent les couches hettangiennes de composition voisine. On peut étudier plus aisément cette zone inférieure du Sinémurien à la SORTIE DE CORBIGNY, dans une petite excavation en bordure de la route de Clamecy (701,25 × 252,6), de haut en bas :

Calcaire gris clair à blanchâtre, un peu marneux, avec nombreux débris de coquilles bleu violacé; fossiles souvent en calcite ou à l'état de moules phosphatées; *Gryphaea arcuata* LMK., fréquente 1 m.

Au sommet (21) : *Coroniceras rotiforme* Sow. (WÄHNER, pl. 50, fig. 5).

Et autres petits *Coroniceras*, Polypiers, Lamellibranches.

A la base (20) : *Vermiceras* (*Metophioceras*) *cordieri* CANAV. = HAUER, pl. 2, fig. 1-2; WÄHNER, pl. 47, fig. 1 et pl. 48, fig. 1 a, bord externe tricaréné plus large, tendance à la tuberculation.

19. Calcaire marneux gris clair compact, en blocs irréguliers, et marnes, nombreux Lamellibranches : *Mactromya liasina* AGASS., *Pleuromya* sp., etc...

. visible sur 1 m.

Les couches supérieures (21-20) sont du Sinémurien, zone à *C. rotiforme* ; la couche inférieure (19) de l'Hettangien supérieur.

Résumé. — LE SINÉMURIEN de la bordure W du Morvan débute, à la zone à *C. rotiforme*, par des calcaires assez marneux bleu clair ; on peut y distinguer un NIVEAU INFÉRIEUR avec *Vermiceras* (*Metophioceras*) *cordieri* CANAV. et un niveau supérieur, classique, à *C. rotiforme* Sow. Cette zone est souvent riche en petits Gastéropodes ; elle contient localement à la base, aux environs de Saint-Saulge, de petites pseudoolithes recristallisées à couche corticale noire ; je n'ai pu mettre cette zone en évidence à Tamnay.

Le SINÉMURIEN MOYEN ET SUPÉRIEUR est un calcaire bleu foncé, compact assez cristallin, avec très nombreuses Gryphées ; on peut y distinguer la succession d'horizons paléontologiques suivante :

— Zone à *C. bucklandi* : niveau à gros *Coroniceras* et à *Arnioceras* du groupe de *A. ceratitoides* QUENST. ;

— Zone à *A. semicostatum* : niveaux à *Ætomoceras scipionianum* D'ORB. ; à *Euagassicerias sauzeanum* et *Metarnioceras* ; à *Arnioceras* du groupe de *A. semicostatum* Y. et B. et *Pararnioceras*.

L'ensemble de l'Étage Sinémurien a 5 m ou 6 m environ d'épaisseur.

Le LOTHARINGIEN INFÉRIEUR est formé d'un calcaire légèrement plus marneux que l'étage précédent ; *Gryphæa cymbium* LMK. est fréquente. Je n'ai pas pu y distinguer plusieurs horizons paléontologiques ; en particulier les deux *Asteroceras*, *A. obtusum* Sow. et *A. stellare* Sow. se rencontrent dans les mêmes bancs ; il est vrai que la détermination précise de ces deux formes est assez délicate et nécessiterait une étude paléontologique d'ensemble de tout le groupe. Le LOTHARINGIEN SUPÉRIEUR est formé de marnes et de calcaire marneux moins fossilifères. Le faciès marneux se traduit dans la faune par la présence de Pholadomyes et d'autres Myaires. La puissance totale de l'étage est de 4 m à 5 m.

PLIENSBACHIEN et DOMÉRIEN INFÉRIEUR

Formés de marnes et de calcaires marneux, ces étages offrent rarement de bonnes coupes naturelles. Les meilleurs affleurements se voient dans les carrières de calcaire à ciment de Corbigny. Je donnerai la coupe de la carrière Pierrat située à 100 m sur le chemin partant immédiatement

au S, après avoir franchi le passage à niveau de la route de Nevers (701,45 × 251,2). La carrière Barnasse, à 300 m au SW (701,3 × 250,9), montre une coupe identique ; les listes fossilifères tiendront compte des récoltes faites dans les deux carrières ; de haut en bas :

- 38 b. Argile gris clair, onctueuse au toucher, pas ou très peu calcaire avec 2 ou 3 petits bancs de calcaire très marneux : 1 m.

Amaltheus margaritatus MONTF.

Belemnites clavatus STAHL.

- 38 a Argile gris clair, onctueuse, un peu calcaire avec 3 ou 4 bancs de calcaire marneux de 10 à 15 cm : 1 m.

Amaltheus margaritatus MONTF., très fréquent.

* *Harpoceras* (*Harpoceratoides*) sp. cf. « *Grammoceras fallaciosum* » ROSEMBERG non BAYLE, qui est bien une forme du Lias moyen.

Belemnites clavatus STAHL.

Zeilleria numismalis LMK.

A la base de ces argiles, on trouve aussi « *Harpoceras* » sp. associé à *Oistoceras* sp.

37. Marnes gris clair avec quelques bancs de calcaire marneux. 1 m.

Le banc supérieur en calcaire gris très clair, sec au toucher, montre de nombreux fossiles écrasés à test couvert d'oxyde de fer :

Oistoceras figulinum SIMPS.

Oistoceras langi? SPATH et autres formes voisines.

Belemnites clavatus STAHL.

36. Gros banc double de calcaire marneux gris clair, sec au toucher : . . . 1 m.

Prodactylioceras davœi SOW.

Prodactylioceras cf. *dorselense* SPATH, tours plus hauts, croissance plus rapide, mais tubercules nombreux.

Lytoceras sp.

35. Marnes grises et calcaire marneux gris en petits bancs alternant ; les *Ægoceras* très nombreux jonchent littéralement la surface de certains bancs : . . . 1,20 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *maculatum* Y. et B., très abondant.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *latæcosta* SOW. : SPATH Liparo., pl. 18, fig. 4-9.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *intracapricornus* QUENST. : Am., pl. 29, fig. 9 ; SPATH Liparo., pl. 16, fig. 1.

Lytoceras fimbriatum SOW., à côtes très fines.

Belemnites clavatus STAHL.

Belemnites apicicurvatus BLAINV.

Zeilleria numismalis LMK.

Débris de bois lignitifé.

34. Calcaire marneux, gris clair, compact : 0,70 m.

Beaniceras luridum? SIMPS.

Liparoceras kilsbiense SPATH.

Pecten acutiradiatus MUNST., *Belemnites* sp.

33 b. Calcaire marneux gris clair avec, vers le milieu, 1 ou 2 lits formés par une accumulation d'Ammonites en calcaire marneux à patine ocre claire, un peu déformées : 0,50 m.

Acanthopleuroceras cf. *maugenessi* D'ORB. = QUENST. Am., pl. 35, fig. 18 et nombreuses formes voisines.

Acanthopleuroceras aff. *valdani* D'ORB.

Acanthopleuroceras sp. intermédiaire entre *A. stahli* OPP. et *Tropidoceras calliplocum* GEMM.

Tropidoceras cf. *calliplocum* GEMMELLARO, 1884, pl. 7, fig. 11, côtes plus espacées.

Tropidoceras cf. *futtereri* SPATH.

Belemnites umbilicatus BLAINV.

Belemnites clavatus STAHL.

33 a-32. Calcaire très marneux, gris foncé, très feuilleté, assez pyriteux; fossiles souvent pyriteux ou en calcaire marneux avec test noirâtre de pyrite pulvérulente.

. 1,20 m.

Tropidoceras acteon D'ORB. P. F., pl. 61.

Acanthopleuroceras valdani D'ORB. et formes voisines.

31. Calcaire marneux feuilleté de même type, nombreux *Uptonia* :

Uptonia lata QUENST. Am. pl. 31, fig. 9, côtes légèrement plus espacées.

Uptonia tenuilobata? QUENST. Am. pl. 32, fig. 6, cloison non visible.

Uptonia jamesoni SOW. et nombreuses formes voisines.

Pholadomya decorata ZIETEN.

Inoceramus ventricosus SOW.

30 b. Calcaire marneux, en bancs plus compacts alternant avec des marnes.

. 1,10 m.

Le banc inférieur très épais (0,50 m) contient :

Platypleuroceras cf. *brevispina* SOW. : *Am. natrix rotundus* QUENST. Am., pl. 33, fig. 14 non 11, section plus carrée.

Platypleuroceras sp. : cf. *Am. brevispina* QUENST. Am., pl. 33, fig. 10.

Platypleuroceras natrix QUENST. : *Am. natrix rotundus* QUENST. Ceph., pl. 4, fig. 17, la section n'est pas donnée, mais les proportions sont conformes, la costulation un peu plus serrée.

Platypleuroceras sp., jeune forme du groupe *P. natrix* QUENST. cf. Am., pl. 33, fig. 5 et 15.

Belemnites pl. sp.

30 a. Calcaire marneux compact, séparé par des bancs feuilletés. 1 m.

Au milieu : *Phricodoceras taylori* SOW.

Polymorphites mixtus? QUENST. Am., pl. 30, fig. 19.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

Localement, on rencontre des bancs très calcaires avec de nombreuses Bélemnites.

29 b ? Calcaire marneux gris foncé, plus calcaire que les bancs supérieurs, à grain plus grossier : 0,75 m.

Rhynchonella thalia D'ORB. Types Prod., pl. 13, fig. 7-11, très abondante surtout dans un lit schisteux situé à 20 cm de la base.

Rhynchonella furcillata QUENST.

29 a-28. Calcaire marneux gris, à grain grossier, nombreuses Ammonites souvent phosphatés, à test de pyrite pulvérulente verdâtre : . . . visible sur 0,30 m.

Euechioceras sp.

Echioceras sp., petite taille, nombreux.

Deroceras pl. sp. écrasés, grande taille.

Paroxynoticeras sp.

Belemnites oppeli MAYER et nombreuses autres Bélemnites.

Rhynchonella calcicosta QUENST., *Pholadomya* sp., *Mya* sp.

La citerne de récupération de l'eau de réfrigération de l'usine à ciment montre des couches inférieures :

— au sommet : calcaire marneux délité avec rognons blancs, analogues aux couches (29-28); sans doute est-on au même niveau;

— en dessous (27 ?) : calcaire compact gris-bleu, un peu marneux, alternant avec des marnes sèches. 1 m.

— 26 ? : calcaire gris-bleu, compact, assez cristallin, en bancs réguliers à nombreuses *Gryphæa cymbium* LMK., *Pentacrinus* sp., rognons blancs phosphatés.

. environ 1 m.

Il y a encore 2,50 m sous le niveau de l'eau de la citerne.

Toutes les couches de cette citerne appartiennent au Lotharingien. La carrière, elle-même, intéresse le Domérien inférieur (38 a, b : 2 m environ) et tout le Pliensbachien qui a ici un faciès marno-calcaire épais (9 m à 10 m). Toutes les zones sont bien représentées : la zone à *P. davœi* avec un niveau à *Oistoceras* (37), un niveau à *P. davœi* (36), un niveau à très nombreux *Ægoceras* (35); la zone à *T. ibex* avec un niveau à *Beaniceras* (34) et un niveau à *Acanthopleuroceras* (33) dans lequel *A. valdani* D'ORB. typique associé à *Tropidoceras acteon* D'ORB. semble inférieur à *A. maugei* D'ORB.; le niveau (32) à *Tropidoceras masseanum* D'ORB. n'a pas donné de fossiles; enfin une zone à *U. jamesoni* avec un niveau à nombreuses *Uptonia* (31), un niveau à *Platyleuroceras brevispina* (30 b) et à la base un niveau à *Phricodoceras* (30 a).

Les bancs les plus inférieurs (28, 29 a ? 29 b ?) appartiennent au sommet de la zone à *E. rariostatum* du Lotharingien supérieur avec ses niveaux à *Deroceras* et *Euechioceras*.

Sur toute la bordure W du Morvan, le Pliensbachien a ce faciès marno-calcaire épais. On peut le voir près du canal du Nivernais autour de l'étang de Baye, au N et au S d'Anlozy dans les fossés de la route, etc... A Villelangy un puits de 8 m (vers 688,65 × 216,8) a traversé d'abord les calcaires marneux à *Ægoceras* puis les calcaires marneux plus compacts à *Acanthopleuroceras valdani* D'ORB. et *Deroceras venarense* OPP.

Nous avons déjà vu la base de l'étage à Tamnay, nous la retrouverons à Ternant (cf. p. 186).

DOMÉRIEN MOYEN et SUPÉRIEUR

La partie moyenne de l'étage Domérien est formée de marnes et d'argiles grises ou jaunes assez micacées.

Je les ai observées, par exemple, dans l'abreuvoir d'un champ, en contre-bas de la route de Corbigny à Renebourg (702,8 × 252,55); dans la région elles ont une épaisseur de 30 m à 40 m. Près de Saint-Saulge aux Nerveux, dans un compartiment, basculé entre failles il est vrai, et à pendage de 25° E environ, elles sont aussi puissantes; la légende de la carte géologique, feuille de Nevers (123), leur donne 60 m, celle de Château-Chinon (124) de 50 m à 60 m.

La partie supérieure de l'étage est constituée par des bancs de calcaire qui forment relief, tel le plateau de Renebourg qui domine Corbigny ou les environs d'Anthien; en ce point on peut lui donner 10 m d'épaisseur environ.

Une étude plus détaillée est possible au S de Germenay (694,9 × 253,6) dans les talus des chemins et dans une carrière ouverte pour les Ponts et Chaussées. C'est un calcaire gris-bleu, assez cristallin, un peu pyriteux, avec nombreux débris de coquilles alternant avec un calcaire gris, compact, peu cristallin; ce dernier se présente parfois en galets arrondis et perforés dans le calcaire cristallin :

Amaltheus margaritatus MONTF.

Gryphaea gigantea Sow., fréquentes.

Pseudopecten æquivalvis Sow.

Zeilleria subcornuta QUENST.

Rhynchonella aff. *furcillata* THÉOD.

Bélemnites et Myaires abondants.

Il est exploité sur 3,50 m et son épaisseur totale ne semble pas dépasser 5 m à 6 m; en effet le calcaire constitue à l'W une surface structurale et à l'E au contraire on voit très vite dans les talus de la route de Germenay des marnes grises feuilletées, légèrement micacées, avec des concrétions ocre et des rognons de calcaire marneux gris bleuté du Domérien moyen.

Sur la route de Germenay à Marigny (695,9 × 254,15), l'un des bancs de calcaire cristallin renferme de petites oolites de limonite.

Ces calcaires du Domérien supérieur se voient encore en de nombreux points par exemple aux environs de Saint-Saulge près des Nerveux (690 × 235,6) où il m'a donné *Cardinia philea* D'ORB. et des bancs de lumachelles à *Rhynchonella amalthei* QUENST. (RAU, 1905, pl. 2, fig. 24-31) et *R. cf. capitulata* TATE (DAV. suppl., pl. 27, fig. 11-12).

A Gonge, au SE de Ville-Langy, ces calcaires ont été utilisés pour faire des clôtures de pierres sèches; ils renferment *Amaltheus margaritatus* MONTF. et *Paltoleuroceras spinatum* BRUG. et toute une faune de Brachiopodes. En tous ces points, certains bancs de calcaire présentent de petites oolites ferrugineuses ou des cavités sphériques de la taille d'une tête d'épingle, vestiges d'anciennes oolites ou pseudoolites dont le contenu a été dissous.

On peut estimer la puissance de cette partie supérieure à 5 m ou 10 m selon les points.

TOARCIEN

Le Toarcien est formé essentiellement par des marnes et quelques bancs de calcaire marneux ; les bons affleurements sont rares, il faut se contenter le plus souvent de récolter des fossiles dans les champs ou les vignes ; ainsi au N du hameau de Renebourg, près de Corbigny (703,7 × 253,2), on ramasse *Hildoceras bifrons* BRUG., *Harpoceras falciiferum* Sow. et de nombreuses Bélemnites.

La route de Marigny à Germenay nous montre une bonne coupe (fig. 17) de la partie inférieure de l'étage (695,9 × 254,15).

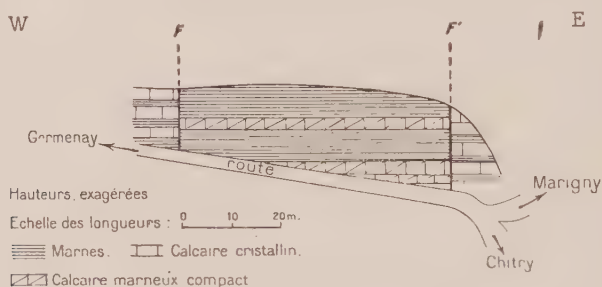


Fig. 17 — Toarcien de la route de Germenay.

Elle affleure sur 50 m de long dans un compartiment effondré, entre deux failles qui la font buter de chaque côté contre le Domérien supérieur. Dans le talus on voit, de haut en bas :

41 d. Calcaire marneux gris, très feuilleté, à grain fin, rappelant un peu les schistes carton, *Harpoceras* sp., *Caloceras* écrasé 1,50 m.

41 c. 2 bancs de 7 cm à 8 cm de calcaire marneux, compact, un peu grumeleux, du type des calcaires à ciment de Vassy, séparés par 15 cm de marnes. 0,30 m.

41 b. Calcaire marneux, assez feuilleté, mais en plaquettes moins fines que le banc supérieur. 1,50 m.

41 a. Calcaire marneux, compact, gris clair visible sur 0,50 m.

La coupe est tout à fait comparable à celle de la base des carrières de calcaire à ciment de Vassy, près d'Avallon (cf. *infra*, p. 203).

Un affleurement plus étendu, classique¹, mais moins facile à étudier actuellement, se situe le long de la rigole artificielle² de la Vaucreuse, au S du hameau des Angles, près de Saint-Révérien.

¹ LEFORT, 1896, p. 94.

² Cette rigole fut creusée de main d'homme, sur plusieurs kilomètres, pour permettre de déverser vers l'Yonne les eaux des étangs de Maupas et du Merle et, par une brusque arrivée d'eau, d'entraîner les bois coupés dans la région et de les descendre par flottage jusqu'à Paris.

De haut en bas :

44-43. Marnes gris à bleu clair, feuilletées avec de petits bancs plus ou moins nets de calcaire marneux gris; *Amussium pumilus* LMK., *Belemnites ilminstrensis* PHIL. partout environ 8 m.

Dans les 2 mètres supérieurs, des lits de rognons calcaires renferment *Hildoceras bifrons* BRUG.; juste en-dessous, un banc de calcaire plus compact contient des *Harpoceras* du groupe de *H. falciferum* Sow.; 0,50 m plus bas, un banc, mal individualisé, m'a donné *Pseudolioceras gradatum* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 20, fig. 3-4. Le mètre (43) inférieur renferme *Harpoceras subplanatum* OPPEL.

42. Marnes gris-bleu, très feuilletées, se délitant en plaquettes très minces qui prennent à l'air une couleur gris clair et un aspect de schistes carton; elles ne sont pas bitumineuses : *Harpoceras* sp., *Dactylioceras* sp. écrasés : 1,50 m.

Banc de calcaire marneux compact un peu grumeleux 0,12 m.

41. Marnes feuilletées, gris-bleu clair, un peu grumeleuses; elles sont constituées par une accumulation de débris de tests fins de Lamellibranches : *Dactylioceras* sp. mauvaise empreinte : visible sur 0,60 m.

Dans la région de Moulins-Englibert, les marnes toarciennes sont exploitées sur 3 m le long de la route de Panneçot :

Lytoceras cornucopiæ Y. et B.

Harpoceras subplanatum OPPEL.

Hildoceras bifrons BRUG.

Cœloceras sp. du groupe de *C. crassum* PHIL.

Cœloceras cf. *mucronatum* D'ORB.

Astarte voltzi HENING.

Trochus subduplicatus D'ORB.

Purpurina patroclus D'ORB.

Amussium pumilus LMK.

Et nombreuses Bélemnites.

Un puits au Château des Jalluerds, commune d'Isenay (705,9 × 215,45) a traversé les marnes du Lias supérieur pendant 30 m environ; dans les déblais j'ai recueilli une faune de *Dactylioceras* à côtes fines (*D. delicatum* ? BEAN-SIMPSON), *Pseudolioceras* ? sp., *Nucula hammeri* DEFR., *Belemnites calcar* PHILL., *Rhynchonella* sp., *Pentacrinus jurensis* QUENST.

Tous les fossiles caractéristiques, cités ci-dessus dans les différents affleurements, marquent le Toarcien moyen ou inférieur. Il n'a pas été possible de caractériser la zone de base à *D. tenuicostatum*. Le Toarcien supérieur et l'Aalénien inférieur affleurent plus rarement; on les voit quelquefois à la base des calcaires à Entroques, à l'état de marnes, très micacées, souvent finement gréseuses, avec des plaquettes gréso-micacées et sans fossiles, ce qui empêche de préciser leur âge.

Pourtant en deux points, à l'W du massif de Saint-Saulge, il a été possible de dater le sommet de la formation.

A SAINT-BENIN D'AZY (cf. *infra*, p. 161), le Lias supérieur se termine par des marnes et calcaires marneux gris; le banc terminal contenait *Pseudogrammoceras* sp. ind. petite taille, *Pseudogrammoceras?* *bingmanni* DENCK. (empreinte externe incomplète, il manque la région carénale), *Pseudomelania* sp., *Astarte* sp., *Trigonia* sp. Malgré la légère incertitude qui subsiste sur la détermination des Ammonites incomplètes, il semble bien que nous ayons là une faune du Toarcien supérieur. Le compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique à Nevers en 1858, p. 705, cite en ce point « *Ammonites variabilis* », forme du Toarcien supérieur ou du sommet du Toarcien moyen. A Saint-Benin-d'Azy les marnes et calcaires du Lias supérieur cessent donc avec le Toarcien supérieur.

A LURCY-LE-BOURG, comme l'indique Ebray (1858, p. 274), « au-dessus du Lias supérieur argileux avec *B. irregularis*, *Am. radians*, affleure... une couche de 1 m à 1,50 m de marne calcaire pétrie d'oolithes ferrugineuses. Cette marne contient beaucoup de fossiles... Elle supporte la base du calcaire à Entroques représenté par un calcaire gris contenant à sa base *Am. murchisonæ*, *Bel. brevis*, *Ostrea sublobata*... ». Cette couche a été exploitée autrefois et on voit encore, à l'E de Vilaine le long du ruisseau de Grenotte (681,1 × 241,85), de gros tas de laitier qui proviennent de son traitement. Il n'est plus possible aujourd'hui, les galeries étant effondrées et inaccessibles, de relever une coupe détaillée des couches ferrugineuses et de leur passage au calcaire à Entroques, mais on voit dans les champs des blocs de marnes à oolithes ferrugineuses et de nombreux fossiles »

Denckmania cf. *rudis* SIMPSON : S. BUCKM. T. A., pl. 14.

Denckmania sp.

Haugia illustris DENCKMAN, pl. 5, fig. 2.

Haugia pl. sp., 3 types différents à rapprocher de *H. ogerini* DUM.

Brodiceras gradatum MERLA, 1932, pl. 4, fig. 8.

Brodiceras sp? aff. *B. gradatum?* MERLA.

Phymatoceras sp?

Lytoceras sublineatum DUM. L. sup., pl. 30, fig. 1-2, non OPPEL.

Pholadomya sp?, *Trigonia* sp., *Belemnites* sp., Polypiers.

Cette faune indique la base du Toarcien supérieur, l'horizon à *H. variabilis*.

Le minerai est une marne argileuse friable avec quelques blocs de calcaire marneux, les fossiles sont en calcite et souvent encroûtés par le calcaire marneux; les oolithes brun foncé, brillantes, de 1 mm à 0,5 mm généralement aplaties, se rassemblent facilement par lavage de la marne; on les voit briller dans les sillons des champs après les pluies.

D'après les indications d'Ebray, qu'aucune de mes observations ne contredit, le calcaire à Entroques reposerait directement sur ces marnes à oolithes ferrugineuses; quelle que soit la forme exacte qu'il désigne sous le nom d'*Am. murchisonæ*, il est clair qu'ici une bonne partie du Toarcien supérieur et au moins tout l'Aalénien inférieur manquent.

Ainsi dans les deux points où nous avons pu les dater sûrement, à l'W du Massif de Saint-Saulge, à Saint-Benin-d'Azy et à Lurcy-le-bourg, les marnes du Lias supérieur cessent au Toarcien supérieur. En est-il de même

à l'E du massif de Saint-Saulge, entre ce dernier et le Morvan ? Il serait très intéressant de le savoir ; les massifs anciens ont pu rester émergés pendant une partie de l'Aalénien. Malheureusement les fossiles sont rares dans les marnes micacées et les travaux de terrassement peu fréquents. Le puits des Jalluerds n'a donné aucune forme de l'Aalénien et du Toarcien supérieur.

L'épaisseur de ces argiles, marnes et calcaires marneux serait, en moyenne, de 60 m d'après Lefort (1883).

AALÉNIEN SUPÉRIEUR, BAJOCIEN et BATHONIEN INFÉRIEUR

Cet ensemble comprend : *un massif de calcaire cristallin*, gris ou brun, le calcaire à Entroques (Aalénien supérieur, Bajocien inférieur et localement Bajocien moyen) et *une série de calcaire marneux* blanc jaunâtre et de marnes, *associée à des niveaux d'oolithes ferrugineuses* (Bajocien moyen et supérieur et Bathonien inférieur).

Leur étude nous fera aborder *deux problèmes* difficiles : celui de *l'âge du calcaire à Entroques*, d'abord, et celui des *formations à oolithes ferrugineuses* ensuite. Un petit nombre de documents paléontologiques nouveaux nous permettra de préciser un peu le premier, mais sans le résoudre entièrement. Le deuxième, rendu plus complexe par des controverses et des assimilations hâtives, ne pourra être clarifié que par une étude de stratigraphie fine que j'ai tentée en m'appuyant sur la paléontologie. Nous retrouverons ainsi les affirmations des vieux auteurs comme Ebray, qui avaient déjà noté l'existence de deux niveaux à oolithes ferrugineuses, l'un de la base du Bajocien supérieur, l'autre du Bathonien inférieur, bien séparés par exemple à Saint-Benin-d'Azy. De Grossouvre (1885 *a*, 1918) a développé et défendu cette idée contre Péron (1909). Ce dernier, qui a fait de très belles récoltes de fossiles presque uniquement dans les déblais des carrières, n'a pu distinguer les divers niveaux lorsque le Bajocien supérieur marneux est très réduit, ce qui est fréquent ; il en résultait le danger de faire supposer des remaniements de faune. Wetzel (1924), un peu gêné par l'échelle stratigraphique française, ainsi que par les contradictions et les imprécisions de ses prédécesseurs à propos du gisement de Vandenesse, a été surtout frappé par la faible épaisseur des couches à oolithes et leur désordre ; il suppose précisément qu'il y a eu d'importants remaniements et des mélanges de faune ; il conclut que l'oolithe de Vandenesse contient des formes de presque tout le Bathonien, au sens allemand du terme — c'est-à-dire du Bajocien supérieur et du Bathonien — exception faite peut-être des niveaux tout à fait supérieurs.

Nous verrons qu'en réalité le problème est un peu plus compliqué ; il y a au moins trois niveaux à oolithes ferrugineuses, mais ils contiennent cha-

160 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
 cun une faune homogène et chaque fois que les conditions de gisement sont
 suffisantes, il est possible de les distinguer.

Je répartirai les affleurements en deux groupes : une bande occidentale,
 à l'W du massif de Saint-Saulge, une bande orientale entre Saint-Saulge et
 le Morvan. Dans chacune je décrirai les affleurements en allant du S vers le
 N. Cette disposition permettra de raccorder facilement les dépôts avec ceux
 du Bajocien de Nevers déjà étudiés et de suivre ainsi les divers niveaux à
 oolithes ferrugineuses. La bande orientale sera partagée en trois sections :
 méridionale, centrale et septentrionale.

I. — Bande occidentale.

1° *Saint-Benin-d'Azy*. — La meilleure coupe du Bajocien inférieur et
 moyen se voit à la Maison Rouge, dans la tranchée de la voie ferrée du che-
 min de fer départemental, à 50 m au N de l'ancienne station ; de haut en bas :

68 ? Marnes feuilletées, blanchâtres, et calcaire gris clair marneux, âpre au toucher,
 avec rares grosses oolithes blanches phosphatées 0,40 m.

67 b ? Marnes gris clair, finement feuilletées, avec quelques oolithes ferrugineuses
 brun foncé 0,30 m.

66-67 a ? Calcaire gris très marneux à grosses oolithes ferrugineuses : . . 0,40 m.

Strenoceras niortense D'ORB.

Strenoceras cf. *subfurcatum* ZIETEN.

Garantia baculata QUENST.

Garantia sp. de plus grande taille.

Spirocera orbigny BAUGIER et SAUZÉ.

Rhynchonella parvula DESL.

Pleurotomaria pl. sp.

Tous ces fossiles étaient rassemblés en un nid sur quelques cm² à la partie infé-
 rieure de la couche.

Ailleurs : *Parkinsonia* sp., *Garantia* sp.

----- surface ferrugineuse.

60-63. Calcaire gris-beige, assez cristallin, en bancs massifs, brun en surface. La
 roche est constituée d'une accumulation de petits débris roulés et enrobés dans un
 ciment de calcite; le banc supérieur est plus massif, plus cristallin, à débris d'Encri-
 nes assez nombreux, les débris roulés sont relativement gros (0,5 à 1 mm); dans les
 bancs moyens et inférieurs le grain est plus fin, les débris roulés ont 0,2 mm en
 moyenne, les fragments de Crinoïdes paraissent moins abondants. Le banc inférieur
 contient de nombreux *Amussium pumilus* LMK.; sa base montre de nombreux Gasté-
 ropodes. Épaisseur totale 4 m.

A l'extrême base, j'ai recueilli : *Darellina* cf. *docilis* S. BUCKM. (Inf. Ool. sup.,
 pl. 22, fig. 4, ombilic un peu plus ouvert, point de division des côtes mieux marqué),
 forme de l'extrême base du Bajocien (héméra *discites*).

48. Calcaire gris, très marneux et assez foncé à la base, se chargeant plus haut en
 débris cristallins blanchâtres pour donner une roche gris clair, localement assez cris-

talline, presque autant que le banc supérieur; nombreux petits galets phosphatés de 1 cm environ, ou galets plats de 3 cm à 5 cm de long de calcaire marneux gris :

. 0,20 m à 0,30 m.

Pseudogrammoceras sp. petite taille.

Pseudogrammoceras? *bingmanni* DENCKM., pl. 6, fig. 5, empreinte externe incomplète, il manque la région carénale.

Pseudomelania robusta HUDELST.

Astarte sp., *Trigonia* sp., *Rhynchonella* sp., Polypiers.

47. Marnes et calcaire marneux visible sur 0,50 m.

La couche (48) appartient très probablement au Toarcien supérieur (cf. p. 158). La totalité de l'Aalénien manque donc en ce point. Le faciès calcaire règne pendant le Bajocien inférieur, mais on notera la faible épaisseur du dépôt : 4 m. Après un arrêt de sédimentation qui correspond probablement à la totalité du Bajocien moyen, le Bajocien supérieur débute par un calcaire à oolithes ferrugineuses de la zone à *S. niortense* qui se poursuit peut-être dans la zone à *G. garanti*.

Le reste de l'étage (69-70) est à l'état de calcaire marneux blanc jaunâtre ou gris clair quand il est frais, assez âpre au toucher.

J'ai pu l'observer en 1946 sur 2 m d'épaisseur dans le bourg de Saint-Benin-d'Azy grâce à des tranchées d'adduction d'eau. Les calcaires très marneux, schisteux, alternent avec de petits bancs plus compacts; ils contiennent : *Parkinsonia* sp. (fragments), *Arca* sp., *Belemnites* de petite taille. L'épaisseur totale de la formation atteindrait 30 m d'après Ebray (1858, p. 258).

Au-dessus vient un calcaire marneux gris clair avec quelques oolithes ferrugineuses (71), il renferme notamment * *Oppelia fusca* QUENST. (Am., pl. 75, fig. 1-2), *Morphoceras polymorphum* D'ORB. (P. F., p. 124, fig. 4), c'est la base du Bathonien.

Cette couche était bien connue d'Ebray et de de Grossouvre, la Société Géologique l'a étudiée dans sa réunion extraordinaire le 6 septembre 1858. Elle reposerait par une surface perforée sur le Bajocien supérieur; Péron n'a pu la retrouver; je l'ai cherchée vainement au voisinage de la route de Château-Chinon, les échantillons que j'ai en main viennent de jardins situés à l'E du bourg de Saint-Benin-d'Azy.

Ce qui est important à noter, c'est l'existence ici de deux oolithes ferrugineuses, l'une de la base du Bajocien supérieur, l'autre du Bathonien, séparées par une épaisse série marno-calcaire (zone à *P. parkinsoni*). En nous déplaçant vers le N ou vers l'E, nous verrons cette couche marno-calcaire diminuer d'épaisseur ou même disparaître : en certains points les deux oolithes bajocienne et bathonienne seront superposées.

2° Région de Lurcy-le-Bourg et de Prémary. — Ici nous trouvons un calcaire à Entroques plus épais, au moins 10 m. Sa partie inférieure, sur plus de 5 m, est un calcaire à débris roulés et Entroques, plus ou moins largement

cristallin, du type courant ; au-dessus viennent des bancs à grains fins assez compacts avec faune de Brachiopodes rassemblés en nids et d'assez nombreux Polypiers (Carrières de Prémery 676,4 × 242,1 ; 676,1 × 242,4 ; de Doudoye 677 × 243,25 ; 677,25 × 243,25 et environs de Lurey-le-Bourg).

À l'W de Prémery, la route de Lurey-le-Bourg à Oulon montre d'abord, dans son talus E, à une petite bifurcation (680,4 × 243,35), une oolithe ferrugineuse bajocienne reposant sur le calcaire à Entroques, ensuite les calcaires marneux et les marnes blanc jaunâtre du Bajocien supérieur épaïs d'une vingtaine de mètres, enfin presque en haut de la côte, avant un petit carrefour (680,5 × 243,75), des calcaires compacts gris blanchâtre à oolithes ferrugineuses :

Zigzagiceras cf. *clausiprocerum* S. BUCKM. T. A., pl. 623, ombilic un peu plus ouvert, costulation plus forte.

Zigzagiceras cf. *imitator* S. BUCKM. T. A., pl. 301.

Grossouvria cf. *aurigera* OPP. : DE GROSSOUVRE, 1918, pl. 15, fig. 4.

Cette deuxième oolithe est donc franchement bathonienne, l'absence des *Morphoceras* peut même laisser penser qu'elle est à une certaine hauteur au-dessus de la base de l'étage.

À 4 km au NE, à Montenoison, sur le petit chemin contournant la butte à l'W, on retrouve un calcaire marneux à oolithes ferrugineuses de la base du Bathonien, mais cette fois 2 m ou 3 m à peine au-dessus du sommet du calcaire à Entroques, il contient :

Morphoceras (*Ebrayiceras*) *pseudo-anceps* EBRAY-DOUVILLÉ : S. BUCKM. T. A., pl. 174.

Morphoceras (*Ebrayiceras*) *ocellatum* S. BUCKM. T. A., pl. 173.

Morphoceras inflatum QUENST. : Ceph., pl. 11, fig. 7.

Grossouvria aurigera OPP. : DE GROSSOUVRE, 1918, pl. 15, fig. 4, 8.

Oppelia aff. *fusca* QUENST., section moins épaisse.

Procerites tinctolobus? S. BUCKM. T. A., pl. 416.

Zigzagiceras sp., fragment.

La diminution d'épaisseur des calcaires marneux du Bajocien supérieur paraît donc très rapide, de 20 m à 2 m ou 3 m en 4 km ; il est vrai que l'oolithe d'Oulon sans *Morphoceras* peut être un peu plus récente que celle de Montenoison.

3° *Corvol-d'Embernard*. — À 1 km au S du bourg, sur la route d'Arzem-bouy on retrouve un calcaire marneux à oolithes ferrugineuses avec *Parkinsonia depressa*? QUENST. (= NICOL., pl. 10, fig. 9) et de nombreuses *Parkinsonia depressa* QUENST. var. *crassa* NICOL. (pl. 11, fig. 5), formes du Bajocien terminal ou de la base du Bathonien.

Cette couche est située à 0,50 m au-dessus de la surface perforée du calcaire à Entroques ; entre deux, viennent des marnes brunes surmontées

d'un petit banc de calcaire marneux gris à surface supérieure perforée ; le Bajocien supérieur est donc ici très réduit.

4° *Corvol-l'Orgueilleux*. — Au N de la bande occidentale, soit à 17 km au N du point précédent, dans le talus de la route de Trucy, à la sortie de Corvol-l'Orgueilleux (681,15 × 271,2) nous retrouvons les deux oolithes ferrugineuses, séparées par moins d'un mètre de marnes. De haut en bas :

71 c. Calcaire marneux gris un peu jaunâtre, assez tendre, alternant avec des marnes, faune de Lamellibranches visible sur 0,50 m.

71 b. Calcaire gris clair ou violacé, compact, un peu marneux, localement accumulations de fossiles brisés à test dissous et remplacé par un enduit brunâtre :

. 0,30 m à 0,40 m.

Zigzagiceras subprocerum S. BUCKM., tours un peu moins épais, ombilic moins ouvert.

Oppelia aff. *inflexa* DE GROSSOUVRE, 1888 d, pl. 3, fig. 2.

Trigonia denticulata AGASS.

Parallelodon sp.

71 a. Calcaire gris clair assez marneux, à oolithes ferrugineuses brun-rouille assez grosses (1 mm à 1,5 mm), souvent vidées ; au microscope on voit quelques Foraminifères et des débris de Crinoïdes : 0,30 m.

Parkinsonia cf. *depressa* QUENST., ombilic un peu moins ouvert, section un peu moins épaisse : NICOL., pl. 10, fig. 5, 6.

Oppelia sp.

Parkinsonia sp., fragment, forme épaisse.

67 ? Marnes et calcaire marneux peu visibles 0,80 m.

66. Calcaire marneux compact gris violacé, assez riche en débris, oolithes ferrugineuses de petite taille : 0,20 m.

Garantia baculata QUENST. et formes voisines.

Bigotites nicolescoi? DE GROSSOUVRE, 1918, pl. 14, fig. 5-6.

Terebratulula ferryi DESL. et nombreuses formes voisines.

Rhynchonella sp.

----- surface perforée.

63-59 ? Banc de calcaire gris clair, à nombreux fins débris blancs, dans un ciment de calcite, quelques articles de Crinoïdes, radioles d'Oursins et débris de plus grande taille. A sa base, il renferme de nombreux petits galets noirs phosphatés de 1 cm à 2 cm et d'autres galets, un peu plus gros, de calcaire marneux gris, souvent perforés 0,75 m.

Dans la partie inférieure, une colonie de Bryozoaires probablement des Chortétidés et une colonie de Serpules (détermination de M. Alloiteaux).

53 ? Marnes finement micacées à plaquettes grés-micacées du Liàs supérieur ; elles sont exploitées pour tuileries dans le voisinage.

On remarquera la grande réduction du calcaire à Entroques, en ce point, moins d'un mètre ; malheureusement aucune Ammonite ne permet de le

dater. C'est d'ailleurs *tout l'étage Bajocien* qui a ici une faible épaisseur ; il n'a pas deux mètres, puisque l'oolithe ferrugineuse supérieure est déjà bathonienne ; une partie même du calcaire à Entroques pourrait être de l'Aalénien supérieur. Au S de Corvol, la puissance de ces couches est également faible ; les fragments de calcaire à Entroques sont très rares dans les champs et on passe très vite des marnes micacées au calcaire marneux du Bathonien. Il ne s'agit donc pas d'une réduction purement locale ; elle n'est cependant pas générale dans toute la région.

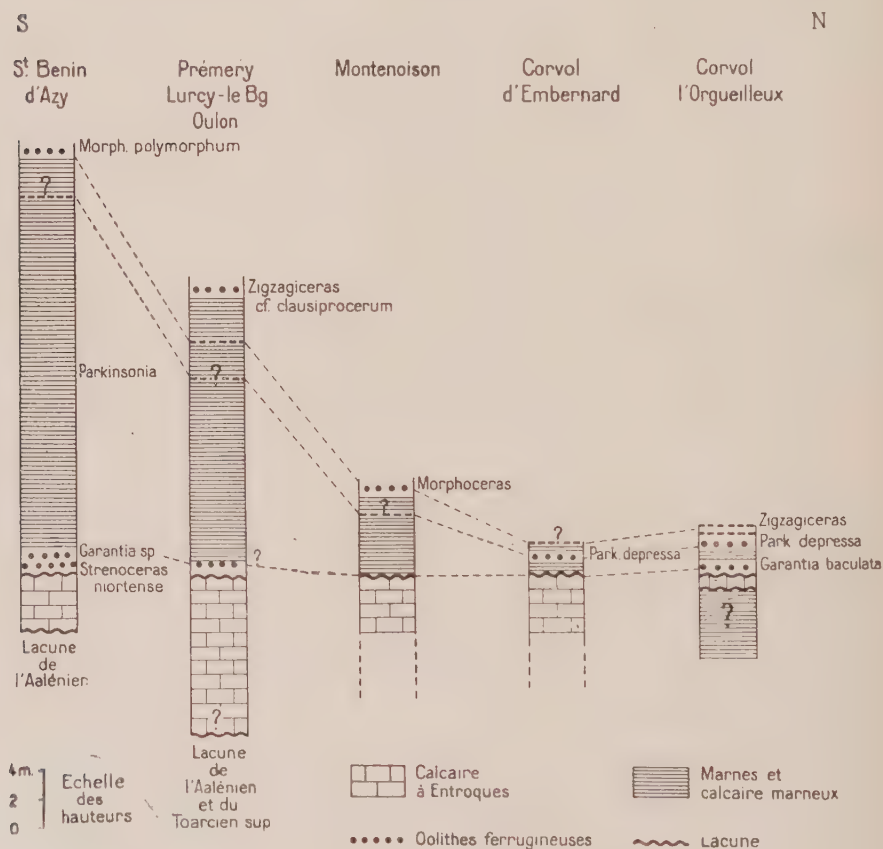


Fig. 18. — Bajocien de la bande occidentale.

A 5 km au NE, à Oisy, une carrière exploite le calcaire à Entroques sur 5 m d'épaisseur ; la base est un calcaire gris violacé, bleu au centre des bancs, largement spathique, et le sommet un calcaire bleu violacé cristallin, à nombreux débris avec *Garantia* sp., *Belemnites* sp. ; vers le haut, quelques bancs plus marneux sont riches en grandes *Pholadomyes*, *Pholadomya bucardium* AGASS. et d'autres, *Nautilus* sp. ; au-dessus, dans les champs, on voit des débris de calcaire marneux blanc jaunâtre et de

calcaire marneux blanc, âpre au toucher, à oolithes ferrugineuses; d'après l'aspect lithologique il s'agit probablement de l'oolithe bathonienne.

Nous noterons ici l'épaisseur presque normale du calcaire à Entroques, le faciès calcaire franc de la zone à *G. garanti*, l'absence probable de l'oolithe ferrugineuse du Bajocien supérieur.

Cette bande occidentale nous a montré des variations, importantes et irrégulières, dans l'épaisseur du calcaire à Entroques, tandis que nous avons vu le Bajocien supérieur diminuer de puissance du S vers le N; cette dernière variation paraît très rapide entre Oulon et Montenoison. Le schéma ci-contre (fig. 18) exprime ces résultats, mais les observations ne sont pas assez nombreuses pour qu'on puisse le systématiser et en affirmer la valeur absolue, il traduit seulement l'état des recherches.

II. — Bande orientale. Partie méridionale : environs de Vandenesse.

Autrefois, de 1837 à 1873 environ, les niveaux à oolithes ferrugineuses ont été extraits comme minerai de fer tant à Isenay qu'au S de la commune de Vandenesse. Le calcaire à Entroques, lui aussi, a été exploité dans tous les environs. Aujourd'hui il n'y a plus qu'une carrière en activité, aux Mousseaux.

1° *Isenay*. — Il n'est plus possible d'observer les anciennes galeries des mines et les couches à oolithes ferrugineuses; seul, le calcaire à Entroques affleure, mal d'ailleurs, au-dessus du canal (705,9 × 212,9). Mais à l'ancien moulin de Denays, il suffit de gratter le sol pour récolter de nombreux fossiles venant du débordage du minerai. D'après de Grossouvre (1885 a, 1918) qui a étudié cette faune en détail, une partie des formes appartient au Bajocien supérieur tandis que d'autres sont caractéristiques de la zone inférieure du Bathonien. Sans doute y a-t-il eu mélange, lors de l'extraction, de fossiles venant de deux couches différentes; il note cependant que *Garantia garanti* d'ORB. est, de beaucoup, la forme la plus fréquente. Wetzel a pu voir encore, avant 1914, au-dessus du calcaire à Entroques, une couche d'oolithes ferrugineuses contenant *Garantia* aff. *suevica* WETZ., puis des calcaires gris clair à grain fin se délitant, datés par *Parkinsonia orbignyana* WETZ., *P. subarietis* WETZ. Cette succession confirme l'opinion de de Grossouvre: l'oolithe inférieure contient seulement des *Garantia*; il doit exister plus haut un deuxième niveau d'âge bathonien.

2° *James*. — Dans ce hameau, situé au S de Moulins-Engilbert, plusieurs carrières étaient ouvertes dans le calcaire à Entroques, l'une d'elles m'a montré 7 m de calcaire gris, cristallin, à débris roulés et Ecnurines, j'y ai recueilli deux mauvaises *Wilchellia* ou *Sonninia* d'assez grande taille.

3° *Commagny*. — Au SE de Moulins-Engilbert, sur la route de Vandenesse, les découverts d'une carrière abandonnée (710,7 × 219,4) permettent d'observer de haut en bas :

70 c. Calcaire marneux gris ou jaunâtre et marnes feuilletées 0,60 m.

70 b. Calcaire marneux gris-brun et marnes feuilletées à oolithes ferrugineuses :
 0,50 m à 0,10 m.

Parkinsonia depressa? QUENST.

Parkinsonia pseudoparkinsoni WETZ. : NICOL., pl. 5, fig. 6.

Perisphinctes sp.

Oppelia sp., petite taille.

70 a. Lit de galets de calcaire marneux gris clair, compact, perforés. 0,10 m.

68. Marnes coupées de quelques bancs de calcaire marneux gris clair; à la base ces marnes se chargent d'oolithes brun-rouge d'assez grosse taille. environ 5 m.

67. Banc de calcaire marneux gris, à nombreuses petites oolithes brun foncé souvent dissoutes : 0,15 m.

Garantia (*Pseudogarantia*) *dichotoma* BENTZ. var. *nodosa* BENTZ., 1928, pl. 19, fig. 7-8.

Garantia (*Pseudogarantia*) cf. *minima* WETZ., 1911, pl. 11, fig. 14-15.

Trigonia sp., *Belemnites* sp.

----- surface perforée.

62? Calcaire gris clair crinoïdique, assez cristallin, à nombreux débris roulés, radiolites d'Oursins, Trigones et autres Lamellibranches.

Péron (1909, p. 224) donne pour Commagny une coupe qui me semble erronée; il situe, d'après Philippe Thomas, sa couche à oolithes ferrugineuses au-dessus des marnes jaunes, comme la couche à oolithes supérieures de ma coupe, et pourtant il cite presque uniquement des formes des zones à *S. niortense* et à *G. garanti*. J'ai d'ailleurs en main tous les échantillons que Philippe Thomas lui avait communiqués. Il y a surtout des *Garantia* du groupe de *G. dichotoma* BENTZ, quelques *Garantia baculata* QUENST., une ou deux *G. garanti* d'ORB., un *Strenoceras* sp.?, *Strigites septecarinatus* S. BUCK. T. A., pl. 470, et quelques *Perisphinctes*. Ces fossiles ont d'ailleurs été ramassés dans des vignes.

La coupe complète de Commagny est assez comparable à celle du gisement de l'Echalotte, situé à 4 km au SE.

4° *L'Echalotte*¹ (713 × 216,15).

68. Marnes gris-bleu en profondeur devenant jaune-brun en surface, avec petits blocs de calcaire marneux blanc jaunâtre. visibles sur 1,50 m environ.

Une *Parkinsonia subarietis* WETZ. : NICOL., pl. 1, fig. 16, récoltée hors place, doit, à cause de sa gangue, être rapportée à cette couche.

----- surface irrégulière et perforée, nombreuses Serpules fixées autour ou dans les perforations.

¹ Cf. DE GROSSOUVRE, 1918, pp. 333-354.

67 b. Calcaire gris, à oolithes ferrugineuses, plus ou moins dur : . . . 0,40 m.

Garantia dichotoma BENTZ : cf. var. B. BENTZ, 1928, pl. 19, fig. 6, moins épaisse.

Garantia dichotoma BENTZ var. *nodosa*? BENTZ, 1928, pl. 19, fig. 7.

Garantia cf. *garanti* D'ORB.

Garantia sp.

« *Perisphinctes* » *bajociensis* SEMIRADZKI, 1899, pl. 24, fig. 10.

Belemnites sp.

67 a. Calcaire marneux tendre et marnes sèches sans oolithe ferrugineuse.

. 0,40 m.

66. Calcaire marneux brun à oolithes ferrugineuses brun foncé ou noir souvent dissoutes : 0,10 m.

Strenoceras subfurcatum ZIETEN : QUENST. Am., pl. 70, fig. 3, section de ZIETEN, pl. 7, fig. 6.

Garantia du groupe de *G. baculata* QUENST. Am., pl. 70, fig. 10.

Aulacothyris sp.

----- surface profondément perforée.

62. Calcaire gris violacé, à nombreux débris, avec des bancs plus friables, assez fossilifère : 1 m.

Otoites sauzei D'ORB. P. F., pl. 139 } à 0,30 m du sommet.
Emileia polyschides WAAGEN }

Acanthothyris cf. *crossi* WALKER in DAV.

Trigonia sp.

Calcaire très crinoïdique visible sur 2 m.

Le sommet du calcaire à Entroques est ici bien daté par la présence d'*Otoites sauzei* D'ORB., nous sommes encore dans le Bajocien inférieur ; il y a donc *lacune du Bajocien moyen* puisque l'oolithe ferrugineuse superposée est de la zone à *S. niortense*, base du Bajocien supérieur. Cette oolithe semble plus épaisse qu'à Commagny et présente deux niveaux distincts.

Je n'ai pu trouver l'oolithe ferrugineuse supérieure, sans doute masquée par les cultures ; elle doit exister cependant car la liste paléontologique donnée par de Grossouvre comporte *Morphoceras polymorphum* D'ORB. et *Morphoceras (Ebrayiceras) pseudo-anceps* EBRAY-DOUV. ; son niveau stratigraphique est peut-être un peu plus élevé que notre deuxième oolithe de Commagny. Cette description concorde avec celle donnée par Wetzel qui cite en outre dans l'oolithe ferrugineuse inférieure : *Garantia* aff. *minima* WETZ.

5° *Vandenesse*. — Outre l'exploitation de minerai à ciel ouvert au S de la commune, de nombreuses carrières presque toutes aujourd'hui disparues, ont entamé les couches à oolithes ferrugineuses superposées au calcaire à Entroques. Je donnerai ici une coupe prise à l'W du bourg, au lieu dit le Vis d'Aron, et deux dans le hameau des Mousseaux à l'E du bourg, l'une dans une carrière abandonnée très profonde, l'autre dans la seule carrière encore en activité. Il était nécessaire de multiplier ces coupes à faible dis-

tance pour saisir combien ces dépôts à oolites ferrugineuses varient rapidement et pour comprendre les affirmations diverses et souvent contradictoires émises sur l'âge des couches de Vandenesse.

CARRIÈRE DU VIS D'ARON (707,8 × 213,2) :

72. Calcaire marneux sec, jaune-brun clair, parfois un peu rosé, alternant avec des marnes sèches feuilletées 0,60 m.

Ces calcaires et marnes feuilletées se voient sur 4 m dans une autre carrière abandonnée au S de la route.

71 c. Calcaire marneux gris clair à oolites ferrugineuses brunes, assez grosses (plus d'un mm), et concrétions ferrugineuses dures à structure rubanée; certaines coquilles sont couvertes de Serpules : 0,10 m. à 0,15 m.

Morphoceras (Ebrayiceras) pseudoanceps EBRAY-DOUV.

Parkinsonia depressa QUENST. : NICOL., pl. 10, fig. 4, 5.

Parkinsonia sp.

Grossouvria aurigera? OPP. : DE GROSSOUVRE, 1918, pl. 15, fig. 6.

Perisphinctes cf. *phanerus* S. BUCKM. T. A., pl. 211 (*Phanerosphinctes*), ombilic moins ouvert, section plus haute.

Oppelia sp.

Pygorhytis ovalis LESKE.

Pygorhytis ringens DESM.

Pleurotomaria bessina D'ORB.

Parallelodon nuarense COSSM.

70 ? Lit de galets de calcaire marneux gris clair ou brun, profondément perforés et emballés dans un calcaire marneux à oolites ferrugineuses. 0,10 m.

68-67 c. Alternance d'argile marneuse, jaune-ocre, et de calcaire marneux jaune ou brun clair, compact, avec quelques petites oolites blanches, phosphatées, aplaties. 0,80 m à 1 m.

A la base : *Gaenidia* sp., *Parkinsonia* sp.

67 b. Localement calcaire marneux brun, riche en oolites ferrugineuses.

. 0,05 m.

----- surface perforée, Huîtres fixées.

67 a ?-62 ? Calcaire à Entroques, largement cristallin, visible sur 2,50 m.

VIEILLE CARRIÈRE DES MOUSSEAUX. — Elle est située à main droite, après les maisons du hameau, sur le chemin de la carrière en activité et avant une petite montée (709,5 × 213,5) ; on peut encore y observer de haut en bas :

72. Marnes grises feuilletées alternant avec des bancs de calcaire marneux gris-brun. 0,60 m.

71 c. Calcaire marneux, gris clair, tendre, avec croûtes et rubanements ferrugineux et petites oolites ferrugineuses brun foncé (elles ont moins de 0,7 mm). A la partie supérieure, il y a des galets de calcaire à oolites ferrugineuses, encroûtés :

. 0,15 m.

Morphoceras polymorphum D'ORB., forme à très fines côtes.

Morphoceras (Ebrayiceras) pseudoanceps EBRAY-DOUV., forme à ombilic moins ouvert.

Oppelia fusca? QUENST.

Grossouvria aurigera OPP.

Perisphinctes sp.

Pygorhytis ovalis LESKE.

Rhynchonella plicatella DAV.

Pleurotomaria bessina D'ORB., Myaires, etc...

71 b. Calcaire marneux brun verdâtre, à oolithes ferrugineuses plus grosses, fossiles moins nombreux à test encroûté dans leur gangue calcaire : . . . 0,10 m.

Parkinsonia? sp.

Trigonia sp.

Pygorhytis ovalis LESKE.

71 a. Calcaire marneux gris clair ou brun à petites oolithes ferrugineuses : . . . 0,15 m.

Perisphinctes sp.

Parkinsonia cf. *depressa* QUENST. var. *crassa* NICOL., pl. 11, fig. 5.

J'ai recueilli en outre, en des points voisins, pour les niveaux 71 a, b, c :

Parkinsonia compressa QUENST. : NICOL., pl. 16, fig. 9.

Bigotites hennigi BENTZ, 1924, pl. 9, fig. 3.

70⁹ Lit de galets de calcaire marneux, gris, à rares oolithes, profondément perforés, enveloppés de calcaire marneux, à nombreuses petites oolithes ferrugineuses à patine brun foncé . . . 0,15 m.

69⁹ Marnes et calcaire marneux gris-brun, à rares oolithes ferrugineuses brunes. . . 0,15 m.

68 b. Marnes grises ou brunes avec petites oolithes ferrugineuses rassemblées en nids; nodules de calcaire marneux : . . . 0,20 m.

Parkinsonia subarietis WETZ.

Parkinsonia sp., gros fragments à rapporter peut-être à *P. planulata* QUENST. var. *mutabilis* NICOL., pl. 13, fig. 3.

Ces fragments sont rongés par les circulations d'eau plutôt que remaniés.

68 a. Calcaire marneux gris, à nombreuses petites oolithes ferrugineuses et traînées rouge vif. . . 0,15 m.

67 b? Marnes brun-jaune : deux fragments d'Ammonites, peut-être remaniées? . . . 0,10 m.

Parkinsonia subarietis? WETZ

Garantia (*Subgarantia*) sp.

A la base : galets brun foncé de calcaire à Entroques ou de calcaire à oolithes ferrugineuses; il y a en outre un encroûtement ferrugineux épais à la surface du calcaire à Entroques qui est très irrégulière ou perforée selon les points.

67 a ?-62⁹ Calcaire brun crinoïdique . . . visible sur 7 m.

A 1 m au-dessus de la base, niveau à nombreuses *Alectryonia marshi* Sow.

CARRIÈRE DES MOUSSEAUX EN ACTIVITÉ. — Elle est située à 200 m à l'E de la précédente, sur le même chemin :

72 b. Banc épais de calcaire brun spathique, à taches roses, contenant de petites Avicules et de petits Pectens à test blanc, séparés par des marnes sèches fissiles.

0,75 m.

72 a. Marnes sèches et calcaire marneux gris, tendre, feuilleté, rares oolithes ferrugineuses à la base, *Terebratula* sp.

0,75 m.

71 c. Banc de calcaire gris très clair à assez grosses oolithes ferrugineuses (1 mm), nombreux rubanements ferrugineux brun foncé très durs, empâtant partiellement les fossiles; les Ammonites sont en calcite et difficiles à dégager, mais le niveau est très fossilifère (5 cm environ). Il surmonte des marnes gris verdâtre graveleuses et un calcaire gris clair où les fossiles sont moins nombreux et comme impressionnés par les oolithes : au total 0,25 m à 0,30 m.

Zigzagiceras pollubrum S. BUCKM. T. A., pl. 259 A, taille un peu plus faible, côtes plus nombreuses et moins fortes.

Zigzagiceras euryodos QUENST. Jura., pl. 63, fig. 20, 21.

Zigzagiceras zigzag D'ORB. P. F., pl. 129, fig. 11.

Zigzagiceras crassizigzag S. BUCKM. T. A., pl. 335.

Zigzagiceras sp., forme à enroulement lent cf. QUENST. Am., pl. 74, fig. 4.

Morphoceras (*Ebrayiceras*) *pseudoanceps* EBRAY-DOUV.

Morphoceras (*Ebrayiceras*) cf. *ocellatum* S. BUCKM. T. A., pl. 173, côtes plus espacées et se redressant pour arriver radialement au bord externe comme chez *E. rursum* S. BUCKM. T. A., pl. 758.

Morphoceras cf. *rursum* S. BUCKM. T. A., pl. 758, ombilic plus étroit.

Morphoceras polymorphum D'ORB.

Morphoceras cf. *inflatum* QUENST. Ceph., pl. 11, fig. 7 non 6.

Tous ces *Morphoceras* sont extrêmement abondants, un certain nombre ont leur ouverture conservée comme le type de DOUVILLÉ.

Oppelia fusca QUENST. et nombreuses autres formes.

Grossouvria aurigera OPP.

Avicula (*Oxytoma*) *munsteri* BRONN.

Trigonia denticulata AGASS.

Terebratula cf. *phillipsi* SOW.

Terebratula sp. : cf. *T. submaxillata* DESL., 1862, pl. 77, fig. 2, non DAV.

Rhynchonella plicatella DAV.

Pygorhytis ovalis LESKE.

Et à la base du niveau :

* *Parkinsonia depressa* QUENST. var. *crassa* NICOL., pl. 11, fig. 5-6.

71 a. Marnes tendres à oolithes ferrugineuses, puis banc plus compact de calcaire jaune-brun à petites oolithes ferrugineuses brunes, brillantes (0,5 mm) inégalement réparties; il y a fréquemment des traînées de couleur rouge-sang, localement des encroûtements de Serpules et quelques concrétions marno-ferrugineuses brun foncé :

0,20 m.

* *Parkinsonia depressa* QUENST. var. *crassa* NICOL., pl. 11, fig. 6, fréquente.

Parkinsonia cf. *neuffensis* OPP. : NICOL., pl. 14, fig. 12, section un peu moins épaisse au bord externe.

Oppelia pl. sp.

Pygorhytis ovalis LESKE.

Terebratula cf. *phillipsi* SOW.

Terebratula sp.

On peut encore rapporter à ce niveau, à cause de la nature de leur gangue et de leur patine rouge vif, les formes suivantes trouvées hors place :

Parkinsonia sp. du groupe de *P. neuffensis* OPP. : NICOL., pl. 14, fig. 14.*

* *Parkinsonia convergens* S. BUCKM. (*Gonolkites*) T. A., pl. 546.

* *Bigolites?* *acurvalus* WETZ., 1937, pl. 10, fig. 12 ab.

* *Procerites major* WETZ., 1937, pl. 12, fig. 1 ab.

70. Argile brun-ocre, avec galets de calcaire à Entroques et quelques concrétions ferrugineuses : 0,15 m.

Parkinsonia pseudoferruginea NICOL., pl. 9, fig. 3, côtes moins nombreuses, surtout à l'avant dernier tour.

----- surface perforée, couverte d'encroûtements ferrugineux.

67 ? ou 65 ?. Calcaire brun, très cristallin, à grain fin dans la partie moyenne, plus gros au sommet et à la base. Articles d'Entroques, radioles d'Oursins dégagées par l'érosion et quelques Lamellibranches. Je n'ai pu trouver aucune Ammonite; de Grossouvre y cite une *Garantia* à la partie supérieure (1885 a, p. 370) et les range dans la zone à *T. blagdeni* (1918, p. 357). 6,50 m.

64 ? Calcaire gris assez irrégulier et graveleux 0,15 m.

Alectryonia marshi Sow., *Ctenostreon* sp., *Terebratula* sp.

----- surface perforée, nombreuses Huîtres fixées.

63 ? Calcaire brun assez cristallin, à débris roulés et plaques d'Echinodermes dans un ciment brunâtre un peu sidérosique 1,50 m.

62. Calcaire brun à blanchâtre, toujours à nombreux débris roulés et Entroques, en bancs plus irréguliers, moins compacts, séparés par des délits marneux gris :

. visible sur 0,30 m.

* *Emileia grandis* QUENST. = *Am. Gervillia grandis* QUENST. Am., pl. 64, fig. 9.

Alectryonia marshi Sow.

Trigonia sp., *Pecten* sp., *Belemnites* sp.

De Grossouvre cite encore : « *Sphaeroceras sauzei* D'ORB., *Strigoceras truelli* D'ORB. (!), *Sonninia polyacantha* WAAGEN ».

A 1 m ou 2 m plus bas, d'après les carriers : argile bleue micacée... du Lias supérieur.

INTERPRÉTATION DE CES COUPES (fig. 19). — Dans la région de Vandenesse, le calcaire à Entroques a une épaisseur d'environ 10 m (10 m à Vandenesse, plus de 7 m à James).

Autour de Vandenesse, ce calcaire est du **Bajocien inférieur** comme le montrent les *Sonninia* ou *Witchellia* de James, des formes analogues trouvées sur la commune d'Isenay, et surtout l'*Oolites sauzei* D'ORB. du sommet des calcaires de l'Echalotte. A Vandenesse même, seul le calcaire en bancs irréguliers à *Emileia grandis* QUENST. (62), jusqu'au niveau à nombreuses *Alectryonia marshi* Sow. est sûrement du Bajocien inférieur ; *Emileia grandis* est une forme de la zone à *O. sauzei*, probablement de l'hémère *Labyrinthoceras* de BUCKMAN, comme *Emileia vagabunda* S. BUCKM. avec laquelle

elle a de nombreuses affinités. La masse de calcaire à Entroques de la carrière des Mousseaux (67 ?-65 ?) serait du Bajocien moyen et de la base du Bajocien supérieur ; de Grossouvre (1885 *a*) cite une *Garantia* vers le sommet de ces bancs et en 1918 il les range dans la zone à *T. blagdeni* (!) ; je n'ai malheureusement pas pu confirmer cet âge. Les dépôts du Bajocien inférieur seraient réduits à Vandenesse et les couches de calcaires crinoïdiques auraient continué à se former là, au Bajocien moyen et même au début du Bajocien supérieur, alors qu'elles avaient cessé au voisinage des

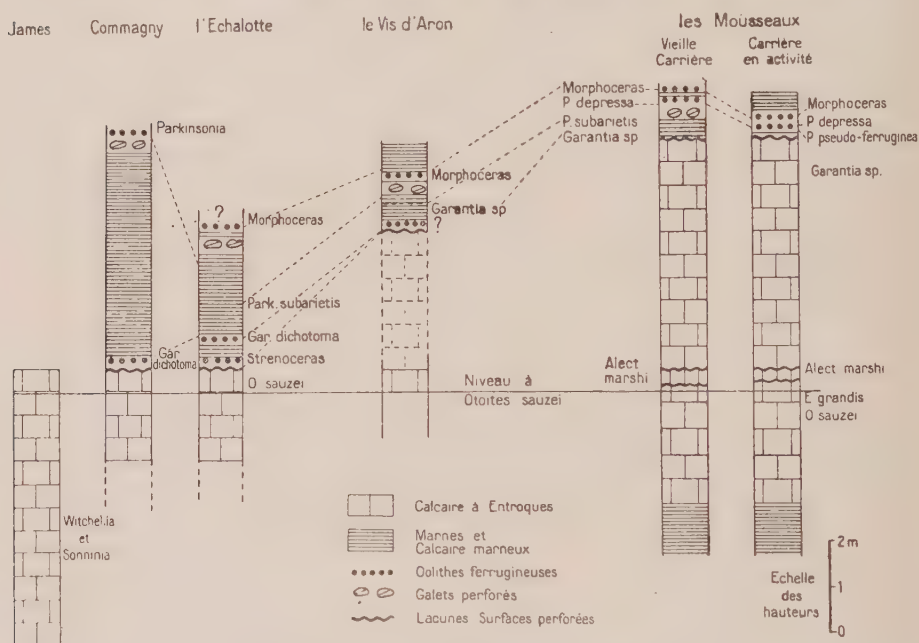


Fig. 19. — Bajocien des environs de Vandenesse.

le sommet de la zone à *O. sauzei*, sûrement au N, à l'Echalotte, et peut-être à l'W, à Isenay.

Au *Bajocien supérieur* nous allons trouver une disposition analogue. Autour de Vandenesse, il existe d'une façon constante un premier niveau d'oolithes ferrugineuses de la zone à *G. garanti* (67) (Isenay, Commagny, l'Echalotte) ; avec d'assez nombreuses *Pseudogarantia*. A l'Echalotte on rencontre, en dessous, un niveau plus ancien (66) à *Strenoceras subfurcatum* ZIETEN et *Garantia baculata* QUENST.

A ce premier niveau ferrugineux succèdent des couches de calcaire et de marnes blanchâtres feuilletées sur 3 m ou 4 m d'épaisseur (68). Au-dessus, seulement, viennent d'autres niveaux à oolithes ferrugineuses (70-71) ;

le seul que j'ai vu en place à Commagny n'est pas daté avec précision il appartient à la zone à *P. parkinsoni*, ou déjà au Bathonien inférieur. A Isenay et à l'Echalotte, d'après les listes de fossiles données par Péron et de Grossouvre, il existe un niveau à oolithes ferrugineuses du Bathonien inférieur.

Lorsque nous nous approchons de Vandenesse, à la carrière du Vis d'Aron, au-dessus du calcaire à Entroques, nous trouvons encore un petit banc à oolithes ferrugineuses malheureusement sans fossiles (67 b), probablement de la zone à *G. garanti* ; il est surmonté de marnes et de calcaire marneux brun-jaune (68-67 c) à *Parkinsonia* sp., *Garantia* sp. qui représentent les zones à *G. garanti* (?) et *P. parkinsoni*, épaisses seulement ici d'un mètre.

Au-dessus, après un niveau de galets de calcaire marneux, profondément perforé, vient la couche (71) à petites oolithes ferrugineuses, peu épaisse, mais très fossilifère, avec ses *Morphoceras*, *Ebrayiceras*, *Grossouvreia aurigera* OPP., *Parkinsonia depressa* QUENST. ; c'est le Bathonien inférieur.

Dans la vieille carrière des Mousseaux, le Bajocien supérieur (67 b-69 ?) n'a plus que 65 cm, mais contient encore des formes de la base de la zone à *P. parkinsoni* : *P. subarietis* WETZ. ; il se termine toujours par un lit de galets de calcaire marneux profondément perforés ; au-dessus nous retrouvons le niveau très constant (71 ab) à petites oolithes ferrugineuses du Bathonien inférieur, avec à la base, *Parkinsonia depressa* QUENST. var. *crassa* NICOL. et au-dessus les *Morphoceras*.

La carrière en activité montre une réduction encore plus grande des niveaux bajociens ; on ne peut guère leur rapporter que les 15 cm d'argile brune de la base (70) avec les fragments de grandes *Parkinsonia*, probablement un peu remaniées ; les trainées rouges fréquentes dans ces argiles et les encroûtements ferrugineux suffiraient à indiquer l'existence de ces remaniements et peut-être une émergence.

Au sommet du Bajocien, le lit de galets de calcaire perforés, qui nous avait paru si constant jusqu'ici, n'existe pas ; la couche (71 a) est à rapporter à la base du Bathonien : elle contient *Parkinsonia depressa* QUENST. var. *crassa* NICOL. que l'on retrouve encore à la base de la couche suivante. Au dessus vient la faune à *Morphoceras*, *Ebrayiceras*, *Zigzagiceras*, faune bien homogène où il ne semble pas y avoir de remaniements (71 c). Seule la détermination des *Oppelia* est délicate, mais j'ai trouvé dans tous nos gisements des *Oppelia* très tranchantes associées à des *Zigzagiceras* ou à des *Morphoceras*. Cette section très effilée n'est pas suffisante pour en faire des *Oppelia aspidoides* OPP. et surtout pour ranger ces couches dans le Bathonien supérieur. Il faut tenir compte de l'ensemble de la faune, et celle-ci est bien en place, de nombreux échantillons de *Morphoceras* et quelques autres formes ont conservé intacte leur ouverture avec ses joues si délicates.

III. — Bande orientale (Suite). Partie centrale.

1° A Crux-la-Ville :

A l'E de la faille, près du cimetière, le calcaire à Entroques a été jadis exploité, aujourd'hui les carrières sont complètement abandonnées et servent de décharge publique.

Les marnes du Lias supérieur formant niveau d'eau s'observent 7 m à 8 m sous le sommet du calcaire à Entroques; la puissance de ce dernier n'excède donc pas 7 m ici. Au-dessus viennent des calcaires marneux blanc jaunâtre et un ou plusieurs niveaux d'oolithes ferrugineuses; les découverts des carrières les atteignent, il est encore possible de récolter quelques fossiles, mais pas de relever une coupe complète; je n'ai vu que des formes bathoniennes, *Morphoceras*, *Ebrayiceras*, *Grossouvria aurigera* OPP., etc...

2° Neuilly. — A 9 km au N de Crux-la-Ville, à Neuilly, deux carrières nous donnent une coupe meilleure.

Une carrière (688,2 × 250), située à la sortie N du village, à l'W de la route de Clamecy, montre de haut en bas :

71 b. Marnes feuilletées et calcaire marneux gris, tendre, avec grosses oolithes ferrugineuses à patine brun foncé, peu abondantes : 2 m.

Oppelia fusca? QUENST.

Grossouvria aurigera OPP.

Zigzagiceras clausiprocerum? S. BUCKM.

Terebratula du groupe de *T. ferryi* DESL.

Et tout à fait à la base :

Parkinsonia depressa QUENST, var. *crassa* NICOL., pl. 11, fig. 6 ab.

71 a? Banc de calcaire marneux, gris très clair, à petites oolithes brunes assez abondantes, peu de fossiles : 0,25 m à 0,30 m.

Parkinsonia sp., fragments.

Terebratula sp., Myaires.

68. Calcaire marneux blanc et marnes en petits lits alternants; dans la partie inférieure, le calcaire est plus marneux et contient des oolithes ferrugineuses. . . 2 m.

67 a. Calcaire marneux, plus compact, gris clair, avec oolithes ferrugineuses : *Garantia garanti* D'ORB. 0,20 m.

62? Calcaire à Entroques. visible sur 4 m à 5 m.

Dans ce calcaire on note, à 2,50 m du sommet, un niveau à *Gryphaea sublobata* DESL. et, à 4 m du sommet, de nombreux débris de Lamellibranches à test prismatique.

300 m au S, et à l'E de la route, une autre carrière abandonnée (688,2 × 249,7) permet d'étudier mieux le détail de la couche à oolithes ferrugineuses bajociennes. Elle montre de haut en bas :

68 c. Calcaire marneux gris clair sec, sans oolithe. 0,10 m.

68 b. Marnes brunes et calcaire marneux gris foncé, avec quelques petites oolites ferrugineuses brun foncé, à la base lit de *Parkinsonia* : 0,15 m.

P. cf. pseudoparkinsoni WETZ., 1911, pl. 16, fig. 4.

P. sp. du groupe de *P. parkinsoni* SOW.

« *Perisphinctes* » *bajociensis*? SEMIRADSKI.

68 a. Lit de galets de calcaire marneux, brun violacé, profondément perforés.

. 0,15 m.

67. Banc de calcaire marneux, gris clair, localement violacé, à petites oolites ferrugineuses, abondantes surtout à la base, fossiles à test de calcite orangé.

. 0,20 m à 0,30 m.

Vers le sommet : *Strigoceras cf. septicarinatum* S. BUCKM. T. A., pl. 470, un peu plus épais, ornementation plus régulière.

À la base : *Garantia (Pseudogarantia) dichotoma* BENTZ type et variétés : BENTZ, 1928, pl. 19, fig. 2, 3, 4.

Garantia cf. baculata QUENST., moins épaisse.

Garantia cf. garanti D'ORB.

Spiroceras annulatum D'ORB. P. F., pl. 225, fig. 1-2.

Alectryonia marshi SOW.

Trigonia sp., *Rhynchonella sp.*

----- surface perforée.

62 ? Calcaire blanc, à débris roulés et Encrines, assez cristallin.

. visible sur 6 m.

Ces deux carrières nous montrent donc nettement trois niveaux à oolites ferrugineuses bien distincts : un niveau à *Garantia* (67) : avec *Pseudogarantia* et *Garantia garanti* — un niveau à *Parkinsonia* (68) — un niveau du Bathonien inférieur (71) débutant avec *Parkinsonia depressa* QUENST. var. *crassa* NICOL. et se poursuivant avec les *Zigzagiceras* etc...

IV. — Bande orientale (*Suite*). Affleurements septentrionaux.

Le Bajocien forme une bande presque continue W-E, vers la limite septentrionale du département de la Nièvre, nous la suivrons depuis Tannay jusqu'à Saint-Aubin-des-Chaumes et Bazoches par Nuars et Neuffontaines.

1° *Tannay*. — Le bourg de Tannay est construit sur le calcaire à Entroques ; les marnes du Lias supérieur affleurent le long de la route qui monte par le Faubourg d'Angleterre, mais une meilleure coupe s'observe au S du village, le long du chemin qui rejoint la route de Clamecy à Brinon.

Au sortir du bourg, le chemin descend d'abord pour franchir un petit thalweg ; dans la remontée, on voit les marnes du Lias supérieur : argiles bleues finement micacées avec plaquettes et concrétions grés-micacées ; elles affleurent jusqu'à au moins 10 m après un petit chemin à droite (694,55 × 263,3). Au delà viennent des bancs de calcaire cristallin, gris clair ou brun-rouge, à débris de coquilles roulés, *Sonni-*

nia sp. ou *Witchellia* sp. de grande taille assez rongées; 40 m après les marnes, soit moins de 4 m plus haut, on voit dans le talus de la route le banc supérieur du calcaire à Entroques : calcaire gris-bleu cristallin à oolithes grises assez grosses; sa surface est profondément perforée. Il est surmonté par un calcaire à oolithes ferrugineuses d'abord assez compact et encore cristallin, puis plus marneux et en plaquettes avec *Garantia* sp. Le calcaire à Entroques a donc ici au maximum 4 m d'épaisseur.

Les couches à oolithes ferrugineuses s'observent dans deux petites carrières au carrefour de la route de Clamecy à Brinon (693,8 × 262,4).

La carrière située à l'W de la route, complètement envahie par les ronces, permet de relever la coupe suivante :

66. Calcaire marneux à petites oolithes ferrugineuses. . . visible sur 9,30 m.
A la base : *Strenoceras niortense*? D'ORB.

64. Séparé de lui par une surface très nette :

Calcaire gris un peu marneux, finement cristallin, avec oolithes ferrugineuses brun foncé de taille moyenne, souvent dissoutes, fossiles à test de calcite orangé :

. 0,10 m.

* *Teloceras blagdeniforme* ROCHÉ, 1943, pl. 1, fig. 11, plusieurs exemplaires.

Acanthothyris spinosa SCHLOTH.

Trigonia sp.

----- surface perforée avec profondes cavités remplies d'oolithes ferrugineuses.

63[?] Calcaire gris-bleu, à oolithes blanches assez grosses et à débris. . . 0,35 m.

62[?] Calcaire gris à débris roulés et Encrines 1 m.

La carrière, plus accessible, située à l'E de la route, montre 40 cm de calcaire gris assez foncé compact, un peu marneux, mais assez finement cristallin, avec oolithes ferrugineuses de taille variable (0,1 mm à 1 mm), irrégulièrement réparties, fossiles à test de calcite orangé :

Garantia cf. *baculata* QUENST.

Garantia pl. sp.

Strenoceras cf. *niortense* D'ORB.

Spiroceras aff. *orbigny* BAUGIER et SAUZÉ : D'ORB. P. F., pl. 232, fig. 1, seule; côtes fortes et espacées, section aussi épaisse que haute.

Terebratula sphæroidalis SOW. : DAV., pl. 11, fig. 9.

Rhynchonella aff. *lotharingica* HAAS et PETRI.

Parallelodon (*Beushausenia*) *elongata* SOW.

Unicardium inflatum D'ORB.

Alaria aff. *unicarinatum* HUDELST.

Lamellibranches à test épais, difficiles à dégager, grande taille, nombreux.

Il n'a pas été possible de caractériser le niveau inférieur à *Teloceras blagdeniforme*; sans doute est-il lenticulaire.

En-dessous, vient 1 m de calcaire à Entroques, à petits débris et grosses oolithes calcaires blanches en haut, à grain plus fin à la partie inférieure. Sa surface supérieure est très irrégulière, elle comporte des fissures profondes, sortes de Karst où les oolithes ferrugineuses sont descendues profondément.

Ainsi, à Tannay comme ailleurs, une récolte minutieuse permet de retrouver une stratigraphie rigoureuse ; le problème posé par les abondantes récoltes de Péron (1909), faites dans les déblais, se résoud facilement.

On remarquera que, pour la première fois dans ce chapitre, nous trouvons une *oolithe ferrugineuse du Bajocien moyen*, très peu épaisse d'ailleurs. Quant au calcaire à Entroques, nous avons déjà noté sa faible épaisseur, moins de 4 m ; aucun fossile ne nous permet de préciser son âge.

2° Nuars. — A quelques kilomètres à l'E de Tannay, au delà de la vallée de l'Yonne, le Bajocien affleure de façon à peu près continue ; je donnerai d'abord une coupe prise à 800 m à l'W de Nuars, dans une carrière sur la route de la Maison-Dieu (701,6 × 265,6), de haut en bas :

71. Calcaire marneux, sec, gris clair, jaunâtre en surface, plus feuilleté à la base : *Parkinsonia* sp. 0,50 m.

70 b. 2 bancs de calcaire marneux, assez compact, blanc jaunâtre, avec quelques oolithes ferrugineuses souvent dissoutes : 0,30 m à 0,40 m.

Parkinsonia neuffensis? OPP. à costulation fine.

70 a. Calcaire plus marneux, gris plus foncé, à grosses oolithes brun foncé : 0,15 m.

Parkinsonia cf. *schloenbachii* SCHLIPPE : cf. SCHLOENBACH, 1864, pl. 29, fig. 1.

69. 2 bancs de calcaire marneux, gris clair, assez sec, à rares oolithes ferrugineuses, surface des bancs très irrégulière et perforée : 0,20 m.

68. Calcaire gris très marneux feuilleté et marnes grises à oolithes ferrugineuses : 0,25 m.

Parkinsonia orbignyana WETZ. : NICOL., pl. 3, fig. 5.

67. Calcaire marneux compact, gris foncé, à oolithes ferrugineuses de petite taille et abondantes : 0,15 m.

Garantia sp. du groupe de *G. garantii* D'ORB.

Terebratula ferryi DESL.

Terebratula eudesi OPP.

Rhynchonella sp.

----- surface perforée, Huîtres fixées.

64 ? Calcaire marneux gris clair, à grosses oolithes ferrugineuses brun foncé, souvent dissoutes 0,10 m.

----- surface perforée ou très irrégulière, le banc terminal de la couche sous-jacente possède des fentes profondes, le calcaire à oolithes ferrugineuses supérieur s'y est déposé jusqu'à 30 cm ou 40 cm en-dessous de la surface terminale.

62 ? Calcaire gris blanc, à débris de Crinoïdes et de coquilles roulés et enrobés, le grain est assez fin 4 m.

61-60. Calcaire gris à nombreux débris mais en bancs plus irréguliers, joints stylolithiques, fossiles plus nombreux : 1 m.

Belemnites (Belemnopsis) sp.

Amussium pumilus LMK.

Alectryonia marshi Sow.

Autres Lamellibranches.

200 m à l'E, une autre petite carrière exploite sur 3 m ce niveau inférieur; elle m'a donné de grandes *Sonninia* ou *Witchellia*, peu déterminables, *Acanthothyris* sp. Ces fossiles et le faciès du calcaire rappellent tout à fait le Bajocien inférieur des environs de Nevers.

INTERPRÉTATION. — Le calcaire cristallin (62 ?-60) de la partie inférieure de la carrière correspond au Bajocien inférieur et peut-être à une partie du Bajocien moyen (?). Au-dessus viennent quatre niveaux à oolithes ferrugineuses; le premier (64 ?) n'est pas daté. On peut se demander si ce n'est pas lui qui a donné les « *Stepheoceras humphriesi* Sow. et *St. cf. blagdeni* Sow. » de la liste fossilifère de Dom Aurélien Valette, citée par Péron (1909, p. 235). Le deuxième niveau (67) est de la zone à *G. garanti*; le troisième (68), de la base de la zone à *P. parkinsoni*; le dernier avec *Parkinsonia neuffensis* est du Bajocien terminal (70).

Cette oolithe ferrugineuse du sommet du Bajocien se voit encore sur 50 m à Teigny, dans le talus de la route de Champagne (700,5 × 265,35).

À l'extrémité orientale de notre bande, je donnerai trois coupes, deux presque identiques, remarquables par l'absence d'oolithes ferrugineuses au début du Bajocien supérieur, l'une à Chalvéron, l'autre à 1 km à l'E de Neuffontaines; une troisième coupe prise à 1 km seulement de la faille bordière du Morvan, montrera un Bajocien supérieur réduit à la zone à *P. parkinsoni*.

3° Coupe de Chalveron (hameau de Saint-Aubin-des-Chaumes). — La carrière se situe à l'W de la route montant à l'Eglise de Saint-Aubin-des-Chaumes (707,35 × 265,2), de haut en bas :

69. Calcaire marneux gris, à oolithes ferrugineuses de petite taille, assez abondantes mais irrégulièrement réparties 0,20 m.

À la base : *Parkinsonia* sp. du groupe de *P. parkinsoni* Sow. et autres.

Terebratula sp.

68 ? ou 67 b. Marnes et calcaire marneux gris feuilleté, avec quelques petites oolithes ferrugineuses : 0,20 m.

Garantia cf. dichotoma BENTZ, 1928, pl 19, fig. 2.

Garantia cf. minima WETZ., 1911, pl. 11, fig. 11, côtes plus espacées.

Terebratula ferryi DESL., fréquente.

Terebratula pl. sp. nombreuses.

----- surface perforée.

67 a. Calcaire marneux dur brun clair à petites oolithes ferrugineuses, nombreux fossiles à test en calcite orangé : 0,20 m.

Garantia garanti D'ORB.

Garantia baculata QUENST.

Rhynchonella sp.

Nautilus sp.

Lamellibranches très nombreux; quelques Gastéropodes.

----- surface très irrégulière.

66 ? Calcaire gris violacé, compact, assez cristallin, à cassure conchoïdale, sans oolithe ferrugineuse. Fossiles abondants à test dissous et patine de limonite, les Lamellibranches dominant : 0,15 m.

Garantia baculata QUENST.

Garantia sp.

Strenoceras sp.

Plagiostoma sp.

Trigonia sp.

----- surface perforée.

63 ? Calcaire gris bleuté, très spathique, à débris d'Echinodermes. 1 m.

62 ? Calcaire cristallin, à fin débris roulés. visible sur 1 m.

4° Coupe de Neuffontaines. — Elle est prise le long de la route de Vau-
ban, à 1 km à l'E du village, dans une petite excavation (707,5 × 265), de
haut en bas :

70. Calcaire assez marneux tendre, gris parfois rose-rouge à oolithes ferrugineuses :
. 0,20 m à 0,25 m.

Parkinsonia cf. *neuffensis* OPP., costulation fine.

68. Marnes grises, feuilletées, à oolithes ferrugineuses, puis marnes graveleuses et calcaire marneux brun à oolithes ferrugineuses 0,40 m à 0,50 m.

Garantia minima WETZ., 1911, pl. 11, fig. 11.

Parkinsonia arietis WETZ. : NICOL., pl. 1, fig. 11.

Terebratula ferryi DESL.; *T. eudesi* OPP. et très nombreuses autres Térébra-
tules.

67 ? Calcaire marneux feuilleté à oolithes ferrugineuses, renfermant quelques blocs de calcaire gris marneux, avec quelques petites oolithes remplies de calcite :

. 0,15 m.

Strenoceras subfurcatum ZIETEN, pl. 7, fig. 6.

66 ? Calcaire violacé, compact, à grain fin cassure conchoïdale, fossiles brun-rouille, sans oolithe ferrugineuse : 0,50 m.

Garantia garanti D'ORB. : R. DOUVILLÉ, 1915, pl. 1, fig. 4; BENTZ, 1924,
pl. 5, fig. 1.

Strenoceras niortense D'ORB.

Terebratula sp., grande taille du groupe de *T. ventricosa* ZIET. : DESL., 1862,
pl. 73, fig. 2, plusieurs.

----- surface perforée.

Calcaire gris-bleu, cristallin, à fins débris 1 m.

Dans ces deux derniers points, il y a donc à la base du Bajocien supérieur, au-dessus du calcaire à Entroques, un niveau de calcaire dur (66 ?), encore cristallin, sans oolithe ferrugineuse avec des *Garantia* et des *Strenoceras*

à ornementation vigoureuse ; immédiatement au-dessus vient un deuxième niveau (67 a, 67 ?), avec encore des *Garantia* très proches des précédentes, qui contient des oolithes ferrugineuses à Chalveron. A Neuffontaines il y a de petites oolithes translucides en calcite et un *Strenoceras* à ornementation plus fine et large ombilic, identique à la figure de Zieten. Ces couches (66 ?, 67 a, 67 ?) appartiennent sans doute au sommet de la zone à *S. niontense* et à la base de la zone à *G. garanti* où certains *Strenoceras* persistent.

Au-dessus de ces couches complexes, vient un niveau de marnes feuilletées (68) à oolithes ferrugineuses, nombreuses Térébratules, petites *Garantia minima* WETZ. et formes voisines associées à *Parkinsonia arietis* WETZ., c'est le sommet de la zone à *G. garanti*, ou la base de la zone à *P. parkinsoni* où les *Pseudogarantia* peuvent persister.

Enfin on atteint la zone à *P. parkinsoni* où il y a encore des oolithes ferrugineuses.

5° *Coupe de Bazoches*. — A 1,650 km de Bazoches, sur la route de Corbigny (709,1 × 263,85), deux vieilles carrières montrent la succession suivante, de haut en bas :

71. Des blocs de calcaire marneux blanc, sec, glissés, venant du sommet de la carrière m'ont donné :

Parkinsonia planulata QUENST. : WETZ., 1911, pl. 17, fig. 2.

Parkinsonia planulata QUENST. var. *mutabilis* NICOL.

Bigotites acurvatus WETZ., 1937, pl. 10, fig. 12.

Oppelia fusca? QUENST.

Rhynchonella sp., Myaires.

70 c. Les premières couches en place sont des marnes et des calcaires gris blanchâtre, à grain fin, à oolithes brunes visible sur 0,20 m.

70 b. Calcaire marneux gris blanchâtre, à grain fin, sans oolithe; à la base *P. neufensis* OPP. 0,25 m.

70 a. Marnes gris-brun, feuilletées, avec oolithes brun foncé et quelques blocs de calcaire marneux irréguliers : 0,20 m.

Parkinsonia sp., petite taille du groupe de *P. subplanulata* WETZ., SCHMIDTIL et KRUMBECK, 1930, pl. 87, fig. 2, 5, ce pourrait être aussi une jeune *P. neufensis* OPP., *Ibid.*, pl. 86, fig. 8.

----- surface perforée.

69 ? Marnes et calcaire marneux, brun-jaune, à grosses oolithes brun foncé altérées; à la base : 0,40 m.

Parkinsonia cf. *schloenbachi*? SCHLIPPE, fragment.

68 b. Marnes et calcaire marneux, gris clair, avec petites oolithes brun-miel, à couche corticale brillante; la roche est souvent peu cohérente et prend un aspect sableux à cause des oolithes 0,80 m.

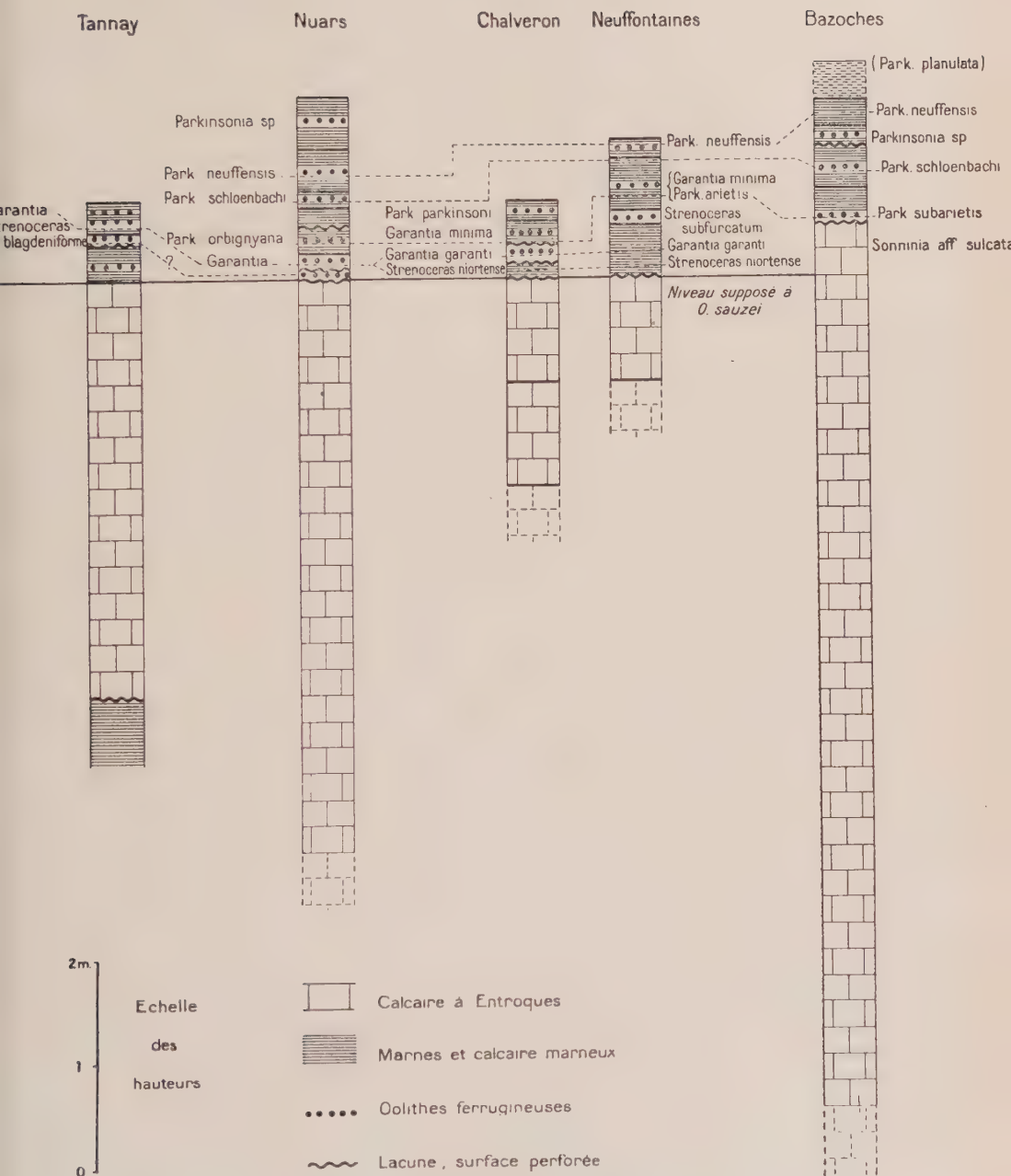


Fig. 20. — Bajocien du Nord de la Nièvre.

68 a. Marnes brunes avec lit de concrétions calcaires :

Parkinsonia subarietis WETZ., 1911, pl. 13, fig. 18, 19, assez fréquente.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. varians* Sow. : DAV. suppl., pl. 28, fig. 13.

----- surface perforée, Huîtres fixées; les fossiles de la couche inférieure sont tronqués selon la surface d'érosion.

63. Calcaire gris-bleu, finement cristallin, renfermant à sa partie supérieure de nombreux Gastéropodes, Lamellibranches, Brachiopodes, souvent à l'état de moules phosphatés, et des galets de calcaires divers : 0,50 m.

Sonninia sp., petite taille du groupe de *S. sulcata*? S. BUCKM.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. quadriplicata* ZIETEN.

Amberleya sp.

Trochus obtortus HUDELSTON.

Pseudomelania sp.

Pleurotomaria sp.

Opis (*Trigonopsis*) *rogei* COSSMANN.

62-60. Calcaire gris clair, cristallin, à nombreux débris de Crinoïdes et fins fragments de coquilles roulés et enrobés, grain fin, assez régulier dans un ciment gris-brun visible sur 10 m environ.

Dans la partie moyenne, il y a quelques bancs de calcaire gris ou rouge plus compact et assez fossilifère à nombreux Lamellibranches à test brun-rouille : *Acanthothyris* sp.

Dans les bancs inférieurs, le grain est plus fin et *Amussium pumilus* LMK. est fréquent.

INTERPRÉTATION. — Le calcaire à Entroques est relativement épais, bien que nous soyions à 1 km de la faille bordière du Morvan. Son âge est bajocien inférieur, il se termine au sommet de la zone à *O. sauzei* ; la petite *Sonninia* recueillie dans le banc (63) rappelle beaucoup celles de l'oolithe ferrugineuse de Sermoise près de Nevers. Ensuite il y a lacune du Bajocien moyen, et les premiers dépôts (68) du Bajocien supérieur, à oolites ferrugineuses, sont seulement du début de la zone à *P. parkinsoni* avec *Parkinsonia subarietis* WETZ. Au-dessus, viennent les marnes et calcaires marneux du sommet de la zone à *P. parkinsoni* (69-70) puis le Bathonien inférieur (bloc éboulé 71) avec sa faune caractéristique sans oolithe ferrugineuse.

On peut résumer brièvement le caractère des dépôts du Bajocien de la partie septentrionale de la bande orientale dans le schéma ci-contre (fig. 20) ; l'influence du Morvan est, peut-être, responsable des variations constatées dans les coupes les plus orientales.

Résumé du Bajocien.

Après cette longue étude du Bajocien, il est difficile de résumer brièvement les caractères de cet étage, le mieux est de se reporter aux trois petits schémas déjà donnés pour la bande occidentale, la région de Vandenesse et

la partie septentrionale. On y remarquera, une fois de plus, comme *l'épaisseur des dépôts est variable* et on y verra que *ces coupes*, si nombreuses, sont *presque toutes différentes* (fig. 18, 19, 20).

L'épaisseur du calcaire à Entroques varie de 10 m environ à 0,75 m ; chose curieuse, les épaisseurs les plus faibles se situent dans la bande occidentale : 4 m à Saint-Benin-d'Azy, 0,75 m à Corvol-l'Orgueilleux et encore 4 m à Tannay (le point le plus à l'W de notre bande orientale) — et non pas au voisinage immédiat du Morvan. On pourrait être tenté d'attribuer au voisinage du massif de Saint-Saulge la raison de cette faible épaisseur, mais dans les points les plus proches du massif lui-même nous retrouvons un dépôt relativement épais : plus de 7 m à Neuilly, 10 m dans la région de Prémery. Ces variations indiquent seulement que *la formation du calcaire à Entroques a été soumise* comme nous l'avons déjà vu pour la région de Nevers, *à un régime de courants* qui localement ont pu empêcher le dépôt ou éroder les couches déjà formées. Par ailleurs, la surface inférieure de la série avec ses galets phosphatés et ses galets de calcaire marneux perforés, ainsi que la surface supérieure le plus souvent perforée avec des enroulements ferrugineux, sont des surfaces de remaniement majeur, auxquelles correspond un arrêt important dans la sédimentation.

La *lacune*, qui fait suite au dépôt du calcaire à Entroques, s'étend généralement à une grande partie ou à la totalité du *Bajocien moyen* et intéresse parfois le Bajocien supérieur. Ce dernier lui aussi, montre de grandes variations d'épaisseur ; on a déjà souligné le fait que les calcaires marneux blanc jaunâtre passaient de 30 m à Saint-Benin-d'Azy à presque rien dans la partie N de la zone occidentale ainsi que dans à peu près toute la zone orientale. Mais ce sont *les niveaux à oolites ferrugineuses* qui montrent la *variabilité la plus systématique* : il est difficile de raccorder les différents niveaux d'une carrière à l'autre, comme nous l'avons vu aux environs de Vandenesse ; en quelques kilomètres, parfois en 200 m. les couches disparaissent.

Appendice.

LE LIAS DE TERNANT (NIÈVRE)

Dans l'angle SE du département de la Nièvre, nous retrouvons un petit affleurement de Lias situé sur la bordure même des terrains anciens, à l'E de la faille bordière principale du Morvan (fig. 21). Il est lui-même disloqué par quelques failles secondaires et repose en discordance sur le synclinal dévono-carbonifère de Bourbon-Lancy¹.

L'intérêt de ce lambeau vient de sa position isolée : à 16 km au S du Bajocien de Vandenesse, et de Saint-Honoré et à 24 km au S du Lias inférieur de Moulins-Engilbert, à une quarantaine de kilomètres à l'WSW des affleurements de la région d'Autun (35 km du lambeau de Geunan², 45 km de la butte de Curgy) et à 25 ou 30 km des affleurements septentrionaux du Charolais : Clessy, Chassy, Oudry, Saint-Romain-sous-Versigny. C'est donc un témoin intéressant pour l'étude des variations de faciès de chaque étage ; malheureusement la série ne comprend plus, aujourd'hui, que le Lias inférieur et la base du Lias moyen, le reste a été enlevé par l'érosion.

TRIAS ? RHÉTIEN ? et JETTANGIEN

La série secondaire débute par des argiles rouge violacé qui peuvent avoir de 25 m à 35 m d'épaisseur ; elles affleurent assez largement à l'E du bourg de Ternant, près du carrefour des Sablons.

Elles sont surmontées par des sables blancs, légèrement feldspathiques, à grains de quartz de taille variée, faiblement cimentés ; ils ont été exploités sur 3 m d'épaisseur à un petit croisement 300 m à l'W du carrefour des Sablons (714,9 × 195,9).

En l'absence de tout fossile, l'âge de ces formations ne peut être précisé ; on peut les rapporter au Trias ou au Rhétien.

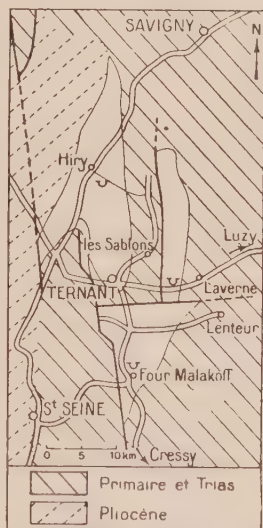


Fig. 21. — Carte des principaux affleurements du lambeau de Ternant.

¹ Étudié par Michel-Lévy (1908).

² Les observations stratigraphiques précises y sont pratiquement impossibles aujourd'hui.

A l'W des sables blancs, grâce au léger pendage W des couches, le long du chemin, affleurent, sur 100 m, des marnes grises où sont intercalés de petits bancs ou des plaquettes de calcaire marneux compact, brunâtre sur cassure fraîche, mais à patine blanche. Certains blocs sont des Lumachelles à Cardinies ou à Mytilidés :

Diademopsis sp., récolté par M. COPET dans la vigne située au-dessus de ce chemin.

Plicatula hettangiensis D'ORB.

Æquipecten cf. *pollux* D'ORB.

Dimyopsis emmerichi v. BISTRAM, etc...

C'est probablement à ce niveau qu'il faut rapporter les bancs, situés dans le petit chemin à l'E du four Malakoff (715,2 × 194,15) : Lumachelle à Cardinies, calcaire à Entroques et radioles d'Oursins.

Un peu plus près du bourg, affleurent quelques bancs de calcaire blanc compact à fine structure oolithique; ces bancs sont encore plus visibles au S de la route de Luzy. avant Lavergne, et surtout au S du four Malakoff, sur la route de Cressy en 715,05 × 194,05 où ils sont très développés; leur puissance dépasse 5 m en ce dernier point.

Au-dessus, vient un complexe de marnes vertes et de calcaire gris verdâtre assez marneux, ou de calcaire jaune moiré, généralement poudreux ou caverneux en surface. On les voit affleurer sur 2 m aux environs du four Malakoff, et avec la même épaisseur le long du petit chemin entre Hiry et Ternant (714,4 × 196,4).

Deux petites coupes, prises aux environs du four Malakoff, montrent comment ces différents types de calcaire, éléments d'un même faciès, passent l'un à l'autre, et leur relation avec les dépôts inférieurs et supérieurs.

I. — Coupe sur la route de Saint-Seine dans le tournant avant le four Malakoff :

16 ♀ Calcaire jaunâtre, un peu marneux, à cassure assez pulvérulente, devenant caverneux en surface 0,50 m.

15 c. Calcaire marneux, blanc verdâtre, à cassure légèrement grenue, aspect rogneux, en petits bancs séparés par des marnes vertes. 1 m environ.

15 b ♀ Calcaire brunâtre ou jaunâtre, moiré 0,40 m.

15 a ♀ Argile verte 0,05 m à 0,10 m.

14 ♀ Calcaire gris clair, assez peu marneux, à nombreux fins débris roulés, structure pseudoolithique plus nette dans la partie inférieure; la partie supérieure est en petits bancs séparés par des argiles vertes 2,10 m.

II. — Coupe immédiatement en dessous et au S du four Malakoff :

20-21. Calcaire gris-bleu clair, assez cristallin, à débris : . . . visible sur 1 m.

Coroniceras sp. du groupe de *C. rotiforme* Sow., petite taille, plusieurs.

Gryphæa arcuata LMK., nombreuses.

Cardinia pl. sp.

A la base : galets perforés de calcaire sidérosique. 0,20 m.

16 ♀ Argile verte et brune avec rognons de calcaire à la base 0,50 m.

15 ♀ Calcaire gris verdâtre, compact, et marnes vertes, passant à la partie inférieure à des calcaires caverneux vert ou jaune verdâtre. 1,50 m.

Dans cette coupe, le calcaire à Gryphées sinémurien avec ses petits *Coroniceras* repose directement sur les argiles vertes et les calcaires caverneux; des galets de calcaire jaune se rencontrent dans les premiers centimètres de calcaire à Gryphées; le même fait a été observé à Hiry. Ainsi, les calcaires marneux blanchâtres à Gastéropodes et *Mactromya liasina* AGASS. de l'Hettangien supérieur (19, 18, 17^o), si constants sur la bordure W du Morvan, manquent à Ternant; le calcaire sinémurien paraît ici transgressif sur l'Hettangien inférieur ou moyen, et les galets perforés soulignent l'arrêt probable de la sédimentation. Je m'appuie, il est vrai, seulement sur l'aspect lithologique des couches, les bancs hettangiens n'ayant donné aucune forme caractéristique; en tout cas le faciès de calcaire marneux blanchâtre fait défaut ici.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

On peut les étudier facilement dans trois carrières : environs du four Malakoff, route de Luzy, et à Hiry.

Le Sinémurien a son faciès normal de calcaire gris-bleu assez foncé, à nombreux débris cristallins.

A la base, sur 2 m environ, on a un calcaire bleu, régulièrement cristallin; les Gryphées, ainsi que les autres fossiles, sont peu nombreuses; le banc le plus inférieur est généralement plus épais : 60 cm. Rappelons qu'on a trouvé, à la base, au four Malakoff, de petits *Coroniceras* du groupe de *C. rotiforme* Sow.

Les 2 m ou 3 m suivants sont au contraire formés de petits bancs de 15 cm environ, à surface ondulée, les Gryphées arquées sont très nombreuses et les gros *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow. fréquents.

Dans la partie supérieure du Sinémurien, il existe un banc de calcaire gris clair, compact, à cassure conchoïdale, très constant dans la région, il peut servir de repère, les carriers l'appellent le « banc des chats »; il se situe à 5 m environ au-dessus de la base du Sinémurien, à la carrière de la route de Luzy, et à 6 m à Hiry; il renferme :

Ammonites sp. indéterminable, petite taille.

Rhynchonella cf. *oxynoli* QUENST.

Son âge est précisé par la faune des bancs immédiatement inférieurs et supérieurs; 50 cm plus bas, j'ai ramassé à Hiry :

Euagassicerias du groupe de *E. sauzeanum* D'ORB.

Coroniceras sp.

Arnioceras sp.

50 cm au-dessus, toujours à Hiry, j'ai recueilli :

Arnioceras miserabile QUENST. : HYATT, pl. 2, fig. 4.

Arnioceras cf. *semicostatum* Y. et B. : HYATT, pl. 2, fig. 10, 16.

L'ensemble du Sinémurien de la région a de 6 m à 8 m d'épaisseur.

Les calcaires bleus cristallins se poursuivent dans le Lotharingien; ils sont d'abord, pendant 2 m, à peu près identiques aux bancs sinémuriens, cependant *Gryphæa cymbium* LMK, a remplacé *G. arcuata* LMK.

Ensuite sur 3 m, les bancs deviennent légèrement plus marneux et sont séparés par des délits schisteux plus épais :

La partie supérieure, épaisse de 2 m environ, est formée d'un calcaire gris-bleu assez marneux, contenant de nombreux nodules blancs phosphatés :

Echioceras sp.

Belemnites.

Myaires nombreux.

Vers le milieu, on remarque un délit de calcaire feuilleté à cassure finement granuleuse : *Euechioceras* sp., fragment.

Echioceras sp. pyriteux, altéré, indéterminable.

La limite supérieure de l'étage est difficile à préciser, le même faciès marno-calcaire se poursuivant au-dessus.

PLIENSBACHIEN

Il est constitué par des marnes feuilletées et des calcaires marneux compacts à fossiles rares, surtout des Myaires et des Pholadomyes. La base seulement est bien visible sur 2 m à 3 m à la carrière près du four Malakoff, ou dans celle de la route de Luz y ; les couches suivantes affleurent mal dans les champs, au N du premier gisement, ou à l'W du deuxième, il n'a pas été possible d'en relever une coupe détaillée, mais le même faciès marno-calcaire épais continue. M. Coppet a recueilli *Prodactylioceras davœi* Sow. dans les anciens déblais de cette dernière carrière. Dans les champs, à l'entrée de la route de Lenteur (715,25 × 194,9), j'ai recueilli :

Lytoceras sp.

Belemnites sp.

Beauniceras sp. ?

Rhynchonella fronto QUENST.

Conclusion. — Dans cette série de Ternant, il faut retenir l'absence de l'Hettangien supérieur à faciès de marnes et calcaire marneux gris clair ; le Sinémurien repose directement sur les calcaires jaunes caverneux ; le reste de l'étage a le faciès vu déjà dans le Nivernais, avec des bancs épais de calcaire blanc pseudoolithique et les marnes et calcaire en plaquettes de la base de la formation, qui contiennent une faune de Lamellibranches et *Diademopsis* sp.

Le Sinémurien de type classique (6 m à 8 m), montre, à sa partie supérieure, un banc repère de calcaire marneux : nous en retrouverons d'analogues sur la bordure SE du Morvan.

Le Lotharingien supérieur et le Pliensbachien ont le faciès marno-calcaire épais de la bordure W du Morvan.

Le Lotharingien a de 6 m à 7 m d'épaisseur.

Stratigraphie de la bordure occidentale du Morvan.

BATHONIEN inf.	{	Débute par des calcaires marneux avec ou sans oolithes ferrugineuses à <i>Morphoceras polymorphum</i> , <i>Zigzagiceras</i> , <i>Parkinsonia depressa</i> var. <i>crassa</i> .
	{	Série de calcaires marneux et de marnes, tantôt épaisse (30 m), tantôt réduite (0 m à 2 m) avec intercalation de niveaux à oolithes ferrugineuses.
BAJOCIEN sup.	{	* à <i>Parkinsonia schloenbachii</i> , <i>P.</i> cf. <i>neufjensis</i> , * à <i>P. parkinsoni</i> , * à <i>P. orbignyana</i> , Calcaire à Entroques à <i>G. garanti</i> , <i>Pseudogarantia dichotoma</i> , (Vandenesse) <i>P. minima</i> , * à <i>S. niortense</i> , <i>Garantia baculata</i> .
inf.	{	Calcaire à Entroques * à <i>O. sauzei</i> (l'Echalotte : partie sup.), * (10 m à 0,75 m) * à <i>Sonninia</i> , <i>Witchellia</i> (Moulins-Engilb). (Calcaire cristallin et grumeleux à <i>O. sauzei</i> , <i>E. broochi</i> : Vandenesse).
AALÉNIEN	{	(Marnes micacées ?), * lacune au moins à Lurcy-le-Bourg et Saint-Benin.
TOARCIEN sup.	{	Marnes et calcaires marneux à * lacune à Lurcy-le-Bourg. * <i>Pseudogrammoceras</i> ?, Marnes à oolithes ferrugineuses à * <i>Brodiceras</i> , <i>Denckmannia rudis</i> (Lurcy-le-Bourg). « <i>Am. variabilis</i> ».
moy. 60 m à 70 m.	{	Marnes à <i>Hildoceras bifrons</i> , <i>Cæloceras</i> , <i>Trochus subduplicatus</i> ...
inf.	{	Marnes noires schisteuses à <i>Posidonomya bronni</i> avec quelques bancs de calcaire marneux et des calcaires en plaquettes à Poissons.
DOMÉRIEN 60 m à 70 m.	{	Calcaire dur, souvent cristallin (6 m à 8 m) à <i>Gryphæa gigantea</i> , <i>Pseudopecten æquivalvis</i> . Marnes micacées à <i>Amaltheus margaritatus</i> (50 m à 60 m).
PLIENSACHIEN * 10 m.	{	Alternance de marnes et de calcaires marneux à : — * <i>Oistoceras figulinum</i> , — * <i>P. davæi</i> et <i>Ægoceras</i> , — * <i>Ægoceras</i> , — * <i>Beaniceras luridum</i> , — * <i>Acanthopleuroceras</i> et <i>Tropidoceras</i> , — * <i>Uptonia jamesoni</i> , — * <i>Platypleuroceras natrix</i> ..., — * <i>Phricodoceras taylori</i> ,

LOTHARINGIEN 5 m.	{ * Marnes et calcaires marneux à <i>Euechioceras</i> et <i>Derocheras</i> . Calcaire à <i>Gryphæa cymbium</i> , <i>Asteroceras stellare</i> , <i>A. obtusum</i> , <i>Promicroceras</i> .
SINÉMURIEN 5 m à 6 m.	{ Calcaire à <i>Gryphæa arcuata</i> et * <i>Arnioceras semicostatum</i> ... » » * <i>Euagassicerias</i> , <i>Metarnioceras</i> . » » * <i>Agassicerias</i> (<i>Ætomoceras</i>) <i>scipionianum</i> . » » <i>Coroniceras bucklandi</i> , <i>Arnioceras</i> . » » <i>Coroniceras rotiforme</i> . » » * <i>Vermiceras cordieri</i>
HETTANGIEN 10 m à 20 m.	{ Marnes et calcaires marneux noduleux à <i>Schlothei</i> . * manque <i>mia angulata</i> . à Ternant. Calcaire compact pseudoolithique et gréseux à * <i>Alsatites</i> (Saint-Saulge); <i>Alsat. liasicus</i> , <i>A. laqueus</i> (Corbigny). Calcaire marneux compact, calcaire gréseux ou lumachelle, calcaire pseudoolithique ou à Polypiers, calcaire dolomitique et ferrugineux parfois caverneux avec marnes vertes; grès grossier à Cardinies et Plantes à la base : calcaire en plaquettes à <i>Diademopsis</i> .
RHÉTIEN ?	Grès à <i>Avicula contorta</i> ? (EBRAY, BUSQUET).

CHAPITRE V

AVALLON

Dans l'angle NW du Morvan, Avallon est bâtie sur la granulite dans laquelle s'est profondément encaissée la pittoresque vallée du Cousin, mais certains faubourgs de la ville sont déjà sur les terrains secondaires ; ceux-ci affleurent au N et à l'W avec, selon les points, un léger et régulier pendage vers le N, le NW ou l'W. L'Hettangien se voit mal, mais le calcaire à Gryphées

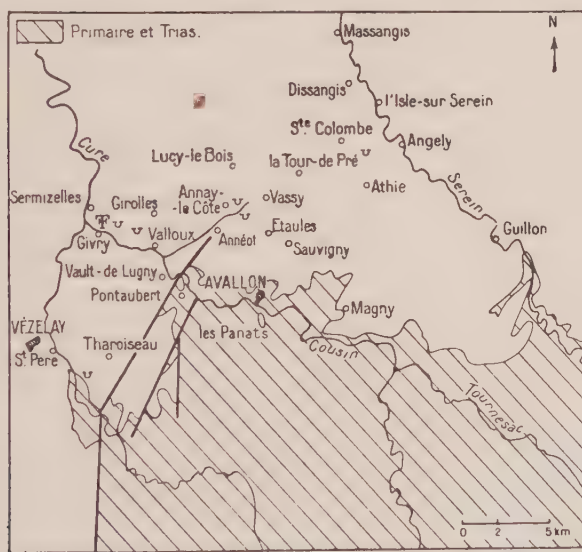


Fig. 22. — Carte des principaux affleurements de l'Avallonnais.

phées forme une surface structurale généralement assez nette, particulièrement large entre Avallon et Annéot où elle atteint 3 km, sans doute à cause de l'érosion plus intense déterminée par le voisinage du Cousin ; à l'E, elle constitue la « Terre plane ». Les marnes du Lias moyen et supérieur forment un talus, tantôt assez rapide comme sous Annay-la-Côte, tantôt morcelé par plusieurs gradins dans la région de Sauvigny et d'Athie ; elles sont couronnées par les calcaires bajociens et bathoniens ; au milieu de la pente, un ressaut très net, ou un véritable plateau, marque le niveau des « calcaires à Gryphées géantes » du Domérien supérieur (fig. 22).

La deuxième édition de la feuille d'Avallon (111) n'indique aucune faille; c'est une simplification exagérée. La première édition en portait un certain nombre qui devraient être rétablies; ainsi par exemple au NE de Vault-de-Lugny, le long de la route d'Avallon à Auxerre, l'Hettangien butte contre le Lias moyen. Il s'agit, il est vrai, de quelques cassures sans grand rejet; la tectonique des terrains secondaires de la région est très simple; la faille bordière occidentale du Morvan, elle-même très atténuée, disparaît finalement dans la vallée de la Cure près de Vézelay.

Historique. — Dufrénoy et Élie de Beaumont (1848, p. 269-277, 281-282) distinguent au-dessus des arkoses à imprégnations siliceuses et filons de quartz : 1° les argiles marneuses et lumachelles; 2° le calcaire à Gryphées; 3° les marnes à Bélemnites et « *Gryphées cymbium* »; 4° le calcaire à Entroques et le calcaire blanc jaunâtre marneux de l'oolithe inférieure.

Trois années avant la publication de l'Explication de la Carte Géologique de la France, le compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Avallon ¹ avait donné des indications plus précises sur la composition des marnes à Bélemnites; de bas en haut : marnes et calcaires argileux à *Belemnites clavatus* (3 m) [épaisseur erronée, trop faible], marnes argileuses sans fossile (50 m), banc calcaire à *Gryphaea cymbium* (5 m), marnes schisteuses avec bancs de calcaire à ciment (50 m). Au-dessus du calcaire à Entroques, elle observe à la Tour de Pré une couche d'oolithe ferrugineuse.

Ensuite Leymerie et Raulin (1858) font de façon plus systématique l'étude de ces divers étages, accompagnée de longues listes fossilifères, de coupes et d'indications de gisement assez détaillées.

La Société Géologique de France visite de nouveau Avallon à sa Réunion extraordinaire à Semur en 1879. Vélain (1879 a) donne dans son compte rendu plusieurs coupes du Lias et de l'Infralias (les Panats, Pontaubert, Champien); il mentionne la présence d'*Aricula contorta* et distingue les niveaux silicifiés, appartenant aux différents étages de la base du Lias, jusqu'ici confondus sous la dénomination d'Arkose.

La première édition de la feuille d'Avallon (111) au 1/80.000^e, publiée en 1885, rassemble dans sa notice dûe à Vélain pour les terrains sédimentaires les données essentielles de la Stratigraphie de la région.

Les travaux qui ont paru depuis lors, jusqu'à la deuxième édition de cette feuille en 1932, n'apportent rien à la Stratigraphie du Lias. P. Bonnet a surtout parlé du Trias ou des terrains anciens. Collot (1906) et surtout Péron (1909, pp. 240-247) ont décrit les affleurements d'oolithes ferrugineuses bajociennes et leur faune. S. Gillet (1923, 1924) parle rapidement du Bajocien. Wetzel (1924) revient encore sur la coupe du Bajocien de Sermizelle et ses oolithes ferrugineuses.

La série stratigraphique qui va être décrite a été relevée dans la région qui s'étend immédiatement au N d'Avallon (6 coupes partielles de l'Hettangien, 10 du Sinémurien, 1 très bonne coupe complète du Pliensbachien, quelques coupes partielles du Lias moyen et supérieur, 12 coupes du Bajocien réparties sur 30 km); elle sera complétée par des observations faites dans la région de Saint-Père-sous-Vézelay.

En dehors de mes récoltes personnelles, j'ai consulté la collection géologique du Musée d'Avallon qui contient surtout des échantillons de la région.

¹ B. S. G. F. (2), II, p. 669-670.

TRIAS, RHÉTIEN

Les premiers dépôts bien datés sont des couches de calcaires blanc bleuâtre pétris de fossiles, appelés la Lumachelle; ils appartiennent à l'Hettangien inférieur et reposent, dans l'Avallonnais, sur la granulite ou sur un complexe de roches silicifiées, plus rarement sur des dépôts gréseux ou des arkoses. Les roches silicifiées, sous-jacentes, s'observent à l'W d'Avallon et dans les chemins creux au NE de Pontaubert, où elles ont 5 m à 6 m de puissance; elles abondent dans les murs de la route de Pontaubert à Avallon et renferment de la barytine, de la fluorine et de la galène; elles sont associées à des marnes bariolées et ont été attribuées au Trias par analogie avec la région de Corbigny.

Le Trias supérieur (cf. Bonnet, 1925), sous son faciès classique de marnes bariolées avec dépôts de sel, existe en profondeur dans la région de Vézelay car au SE de Saint-Père, vers 708,8 × 273,25, il y a des « Fontaines salées » qui ont donné lieu à la construction de Thermes romains, mis à jour récemment. Certaines des sources présentent des dégagements gazeux à rythme assez irrégulier; le gaz a, comme dans beaucoup de sources du Massif Central, une faible teneur en Hélium ¹. Collenot (1873, p. 101) signale d'autres sources salées à Vault-de-Lugny.

Dans les grès jaunâtres, en plaquettes, des environs de Pontaubert et dans les jaspes des Panats (719,6 × 275,6), Vélain (1879 a, p. 887) indique avoir trouvé *Avicula contorta* PORTL.; je n'ai pu retrouver aucun de ces gisements, c'est très regrettable car Collenot affirme à plusieurs reprises que le Rhétien manque dans l'Avallonnais ².

HETTANGIEN

L'Hettangien de l'Avallonnais comprend deux formations : à la base, la Lumachelle composée de banes de calcaire compact, très fossilifère, séparés par des lits marneux ; au-dessus, des marnes et des calcaires noduleux appelés « foie de veau », par analogie avec l'Auxois.

Ces couches se voient en de nombreux points, abreuvoirs des champs et tranchée de la voie ferrée au NE d'Avallon, champs au NE de Vault-de-Lugny près de la route d'Auxerre, mais aucune bonne coupe n'est visible. Le meilleur gisement est peut-être celui du réservoir d'eau de Pontaubert (714,9 × 277,25). Au pied de l'ouvrage, on trouve d'abondants débris de Lumachelle, nombreuses *Cardinia* sp., *Pentacrinus angulatus* OPP., *Limæa dentata* TERQ., *Ostrea sublamellosa* DUNK., *Plagiostoma compressa* TERQ. Au S du réservoir et au-dessus de lui, viennent des calcaires gris clair noduleux en bancs irréguliers et des marnes avec *Macrromya liasina* TERQ. et de gros Gastéropodes, c'est l'Hettangien supérieur.

¹ Essai spectroscopique effectué au laboratoire de physique des facultés catholiques de Lyon.

² COLLENOT, 1879, p. 786 ; 1873, p. 124-125 ; 1881, p. 152.

La Lumachelle affleure largement au SSE de ce point; dans les mauvais chemins du plateau des Chaumes, les blocs à très nombreuses Cardinies sont fréquents; c'est par erreur que la carte indique l'Hettangien des Chaumes comme silicifié, la Lumachelle a un faciès normal, mais on la voit en quelques endroits reposer sur le complexe silicifié sous-jacent. D'après Vélain, la Lumachelle aurait ici 3,20 m d'épaisseur.

A Saint-Père-sous-Vézelay, aux Fontaines salées, pour atteindre l'eau minérale, les puits ont traversé la Lumachelle et les fondations des constructions romaines reposent sur elle. Ainsi à l'angle SSW, pour asseoir le mur d'enceinte du 1^{er} siècle on a dû creuser les marnes gris-noir sur 50 cm avant d'atteindre une dalle calcaire de 12 cm d'épaisseur, un autre banc a été reconnu 50 cm plus bas, séparé du premier par des marnes analogues : *Cardinia* sp., *Ostrea sublamellosa* DUNK., Gastéropodes. La carte géologique est inexacte, car elle indique la granulite en ce point.

Dans un puits creusé à Magny, à l'E d'Avallon, j'ai vu les bancs de Lumachelle surmontés par 1,50 m ou 2 m d'argile noire très feuilletée contenant encore quelques petits bancs de calcaire du type de la Lumachelle; au-dessus venaient 2 m de calcaire en rognons de l'Hettangien supérieur.

La zone supérieure de l'étage se voyait bien autrefois sur la route d'Avallon à Auxerre, au N de Champien (716,6 × 279,25), on exploitait là des marnes et des calcaires en bancs irréguliers pour faire de la chaux hydraulique; la Société géologique s'y est arrêtée en 1879. On voit encore aujourd'hui, dans les talus, malheureusement très boisés, de la grand'route, ces calcaires marneux gris clair, assez rognoneux; j'y ai recueilli *Schlotheimia angulata* SCHLOTH., *Mactromya liasina* TERQ., mélangés à des fossiles de la base du Sinémurien. Mais il est impossible de relever une coupe de détail, il faut se reporter à celle donnée par Vélain (1879, p. 889, pl. 18, fig. 2).

Ces calcaires marneux noduleux auraient 8 m d'épaisseur, leur base renferme « *Mactromya liasina*, *Ostrea irregularis* (= *O. sublamellosa* DUNK.) et de nombreux Lamelibranches », elle appartient à l'horizon à *Alsatites laqueus*; le sommet, au contraire, contient « *Ammonites angulatus* » caractéristique de l'horizon supérieur de l'Hettangien.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

Comme on l'a déjà dit, le calcaire à Gryphées forme, au N d'Avallon, un vaste plateau incliné vers le N de 3 km de long sur 3 km de large; ces dimensions contrastent avec la faible épaisseur des couches qui n'ont guère ici plus de 5 m de puissance. On peut les étudier dans une série de petites carrières, situées entre Avallon, Vault-de-Lugny, Annéot et Etaule; mais les couches de ces carrières, peu profondes, sont difficiles à raccorder entre elles.

Coupe d'un petit front de carrière abandonnée dans les champs à l'W d'Etaule (718,55 × 281,15) :

23. Un petit talus dominant le champ, à 50 m au NE de la carrière, montre un niveau de calcaire bleu foncé, un peu violacé, très cristallin avec taches rouille, les Ammonites sont nombreuses mais difficiles à dégager car elles sont remplies de calcite en très larges cristaux, dans un même fossile tous les clivages sont orientés parallèlement :

Metarnioceras? cf. *pellati* DUM. L. Inf., pl. 43, fig. 4-5 et d'autres formes voisines à costulation plus serrée.

* *Cymbites* cf. *semicostatum* REYNÈS Mon., pl. 31, fig. 28-29, taille plus faible, costulation plus faible, plus serrée, débutant plus tôt; beaucoup moins épais que *C. obesum* REYNÈS Mon., pl. 26, fig. 10-11.

* *Coroniceras* sp., petite taille, cf. *C. multicostatum* Sow. : WÄHNER, pl. 53, fig. 7, côtes plus nombreuses.

Et nombreuses autres Ammonites parmi lesquelles il y a probablement des *Euagassiceras* du groupe de *E. sauzeanum* D'ORB.

Ce banc doit appartenir à la partie supérieure du Sinémurien.

1 m plus bas environ et 50 m au SW, le petit front de carrière déjà cité montre de haut en bas :

22 d. Calcaire bleu compact, cristallin, en bancs irréguliers, peut-être à cause du voisinage de la surface du sol : 0,80 m.

Coroniceras sp., plusieurs formes de grande taille du groupe de *C. bucklandi*, l'une d'elle proche de *Am. bucklandi costosus* QUENST. Am., pl. 10, fig. 1.
Arnioceras aff. *ceratitoides* QUENST.

22 c. Banc de calcaire bleu violacé, compact, se débitant en blocs parallélépipédiques : 0,20 m.

Arnioceras geometricum OPP. : JAWORSKI, 1931, pl. 2, fig. 1, et nombreux autres *Arnioceras*.

Spiriferina tumida v. BUCH.

Entolium hehlii D'ORB.

Cardinia sp.

22 b. Calcaire en bancs plus irréguliers avec gros *Coroniceras* : 0,30 m.

Coroniceras sp. : cf. *Am. coronaries* REYNÈS, pl. 10, fig. 11 non QUENST., section et costulation de même type, croissance plus rapide.

22 a. Calcaire gris-bleu, finement cristallin, compact, à nombreuses Gryphées, à la partie supérieure : 0,75 m.

Coroniceras sinemuriensis D'ORB., plusieurs exemplaires.

Coroniceras sp., petite forme à section très carrée.

* *Arnioceras* cf. *kridioides* HYATT, pl. 2, fig. 28.

* *Cymbites* cf. *davidsoni* D'ORB. : DUM. L. inf., pl. 21, fig. 1-4, flancs légèrement plus aplatis.

« *Ægoceras* » sp., forme à tours rectangulaires, côtes radiales très peu flexueuses, mais serrées, à rapprocher de *A. alutæ* HERBICH, 1878, pl. 20 B, fig. 3 ab; refigurée par VADASZ, 1908, pl. 10 sous le nom d'*Ectocentrites petersi*.

Cardinia hybrida Sow.

Lima punctata Sow.

21 ? Dans le lit du ruisseau, à l'W, soit probablement 1 m à 2 m plus bas, on trouve toujours des calcaires gris-bleu cristallin avec :

* *Schlotheimia catenata* Sow. : CANAVARI, 1888, pl. 4, fig. 1.

Schlotheimia (*Charmasseiceras*), pl. sp.

* *Coroniceras*? sp. petite taille, peut être le jeune *A. bucklandi* REYNÈS Mon., pl. 21, fig. 1-2.

Gryphæa arcuata LMK., etc...

Un peu plus haut, dans le lit du même ruisseau, sous le pont de la route d'Étaule, on voit un dallage naturel, couvert d'empreintes de gros *Coroniceras* à côtes tuberculées. Leymerie signale déjà cet affleurement en 1858, p. 258.

Une petite carrière située sur la route de Vault-de-Lugny à Annéot, à 300 m au N de la route d'Auxerre, était ouverte dans les mêmes bancs que celle d'Étaule ; j'y ai relevé en 1939 la succession suivante de haut en bas (aujourd'hui les observations sont devenues à peu près impossibles) :

22 d. Calcaire cristallin gris violacé en bancs irréguliers, peut-être à cause du voisinage du sol : 0,15 m.

Coroniceras sp., plusieurs formes de grande taille, à côtes espacées et tuberculées.

22 c. Banc de calcaire gris cristallin compact : 0,25 m.

* *Coroniceras sinemuriense* D'ORB. P. F., pl. 95, fig. 1-2.

* *Coroniceras* cf. *latum* HYATT, pl. 3, fig. 21-22, tubercules plus forts, section plus triangulaire.

Schlotheimia sp., déformée.

Cardinia hybrida Sow., fréquente.

Plagiostoma gigantea Sow.

* *Arnioceras* (*Arnioceratoides*) cf. *kridion* HEHL IN ZIETEN, pl. 3, fig. 2.

* *Arnioceras* (*Arnioceratoides*) cf. *hartmanni* OPP. : D'ORB. P. F., pl. 51, fig. 1-2.

22 b. Calcaire de même type, formant deux bancs surmontés par un délit de calcaire feuilleté : 0,35 m.

* *Coroniceras* aff. *sinemuriense* D'ORB. : QUENST. Am., pl. 11, fig. 18-20, sans côtes géminées.

Spiriferina cf. *tumida* v. BUCH.

Rhynchonella sp., nombreuses petites formes du groupe de *R. deffneri* OPP., dans le banc inférieur.

22 a. Calcaire gris, toujours assez cristallin : 0,70 m.

* *Coroniceras* sp. : cf. *Am. coronaries* REYNÈS, pl. 10, fig. 11 non QUENST., côtes et section conformes, mais croissance plus rapide.

Dans tous les bancs on récolte : *Gryphæa arcuata* LAM., *Cardinia* sp., etc...

Les bancs à gros *Coroniceras* affleurent plusieurs fois dans les fossés de la route allant à Annéot et au delà vers Annay-la-Côte.

Au S de Saint-Père-sous-Vézelay, dans une petite carrière située sur la route de Foissy à Menades (709,8 × 272,75), on voit 3 m de calcaire bleu, cristallin, en petits bancs à surface ondulée. La partie inférieure est riche en *Gryphées* arquées et en gros *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow., associés à des formes tuberculées et à des *Arnioceras* voisins de *A. ceratitoides* QUENST. ; le banc supérieur renferme de nombreux *Arnioceras* parmi lesquels *Arnioceras* sp. (= *A. cf. semicostatum* LANGE, 1925, pl. 19, fig. 1 non Y et B.) : c'est la zone à *A. semicostatum*.

La partie supérieure du Sinémurien affleure largement au sommet de la surface structurale dont nous avons déjà parlé, au voisinage de la route d'Étaule à Annay-la-Côte, vers 717,3 × 281 à 282.

Plusieurs abreuvoirs, récemment recrusés, m'ont permis de recueillir la faune suivante, dans un calcaire bleu violacé assez cristallin (23) :

Euagassicerus sauzeanum D'ORB. : HYATT, pl. 6, fig. 12-13, forme à carène très peu marquée, à côtes fortes et assez espacées.

Euagassicerus cf. *spinaries* QUENST. Am., pl. 11, fig. 7, ombilic moins ouvert, tours un peu plus hauts, côtes plus nombreuses.

Arnioceras sp. : A. cf. *semicostatum* LANGE, 1925, pl. 19, fig. 1.

Arnioceras pl. sp.

Pararnioceras sp. : cf. Am. *bisulcatus* WRIGHT, pl. 4, fig. 1, costulation plus espacée.

Spiriferina walcotti Sow.

Légèrement au N de ce point, un autre abreuvoir montre le passage du Sinémurien au Lotharingien. Voici sa coupe de haut en bas :

Terre végétale et blocs remaniés 0,50 m.

25 c. Calcaire gris peu cristallin, en blocs irréguliers 0,50 m.

Asteroceras sp., *Spiriferina walcotti* Sow., *Gryphæa cymbium* LMK.

25 b. Banc de calcaire gris, à nombreux débris cristallins, brunâtres, groupés en nids dans un ciment de calcaire gris plus clair, assez marneux; nombreuses sections d'Encrines, nodules blancs phosphatés : 0,20 m.

Asteroceras obtusum Sow., *Arnioceras* sp., *Gryphæa cymbium* LMK.

25 a. Marnes sèches à nodules blancs phosphatés, nombreuses *Gryphæa cymbium* LMK. 0,10 m à 0,15 m.

24 b. Calcaire bleu, dur, assez cristallin : 0,30 m.

Arnioceras pl. sp., *Charnasseiceras* sp.

24 a. Calcaire bleu en gros bancs, assez cristallin :

Arnioceras sp., *Coroniceras* sp., grande taille, *Belemnites* sp.

Les deux couches inférieures sont probablement encore du Sinémurien supérieur, les autres couches sont nettement lotharingiennes.

Au S d'Avallon, isolés au milieu de surfaces de Granulite, on retrouve quelques « lambeaux » de Sinémurien; pétrographiquement ils diffèrent beaucoup de ceux qui viennent d'être décrits; la roche est presque entièrement silicifiée, mais la faune est la même: *Gryphæa arcuata* LMK., *Cardinia* sp., *Arnioceras* sp. etc.; le test des fossiles est généralement dissous. Nous aurons l'occasion de retrouver des couches analogues de Sinémurien silicifié au S de l'Auxois et sur la bordure E du Morvan.

Résumé. — Le Sinémurien de l'Avallonnais, peu épais (4 m à 5 m), est formé d'un calcaire gris violacé assez compact et cristallin à nombreuses *Gryphées* arquées. La zone à *C. bucklandi* est très fossilifère avec de gros *Coroniceras*, des *Arnioceras* du groupe de *A. ceratitoides* QUENST. et d'*A. geometricum* OPP., des *Cardinies* etc.; à sa base, on note des *Arnioceras*

196 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL (*Arnioceratoides* ? SPATH) à section plutôt aiguë du groupe *A. kridion* ZIET. La zone supérieure avec ses *Arnioceras* du groupe de *A. semicostatum* Y. et B., *Eugassiceras sauzeanum* D'ORB. et ses *Metarnioceras* forme un niveau assez facile à caractériser.

Le Lotharingien, plus marneux, se voit moins bien ; la zone à *A. obtusum*, encore calcaire, s'observe en quelques points au-dessus du Sinémurien, elle renferme des nodules phosphatés ; la partie supérieure de l'étage, plus marneuse, donne des affleurements moins nets et passe insensiblement au Pliensbachien.

PLIENSCHACHIEN et DOMÉRIEN INFÉRIEUR

Les champs, au N de l'abreuvoir entaillé dans les calcaires lotharingiens, dont il vient d'être question, montrent des blocs de calcaire marneux gris clair et des marnes feuilletées ; ils renferment *Liparoceras* sp., *Ægoceras* (*Androgynoceras*) sp., *Lytoceras* sp. et de nombreuses Bélemnites. Une très bonne coupe (fig. 23) de ces terrains se voit à 600 m au NE de l'abreuvoir, dans une ancienne carrière à ciment (717,6 × 282,05) ; on y accède par la route d'Annéot à Vassy ; de haut en bas ¹ :

38 b. Argile gris clair, compacte, très onctueuse au toucher, peu ou pas calcaire, légèrement micacée, se débitant en plaquettes, avec rares bancs marneux plus durs :
 2 m.

Amaltheus margaritatus MONTF.

« *Harpoceras* » sp., débris.

38 a. Argile gris clair, compacte, onctueuse au toucher, un peu calcaire, coupée de trois bancs de calcaire marneux à patine brun-rouge ou noir : . . . 2 m.

Amaltheus margaritatus MONTF., fréquent.

« *Harpoceras* » *pectinatum* MGH. app., pl. 1, fig. 1, assez fréquent.

Zeilleria numismalis LMK.

Parallelodon sp. = *P. munsteri* GOLD. in QUENST. Jura, pl. 18, fig. 34.

Pectinidés sp., petite taille.

Belemnites (Hastiles) umbilicatus BLAINV.

Diademopsis sp.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

37 b. Banc de calcaire marneux, gris, assez compact, à cassure finement granuleuse, Ammonites légèrement écrasées et à test encroûté de limonite :

. : : 0,15 m à 0,20 m.

Oistoceras figulinum SIMPS. : SPATH Liparo., pl. 21, fig. 8 a, côtes fortes, très tuberculées.

Oistoceras omisum SIMPS. : S. BUCKM. Y. T. A., pl. 27, fig. 1-2.

Oistoceras sp. du groupe de *O. orbigny* SPATH.

Liparoceras cf. *henleyi* SOW. : WRIGHT, pl. 33, fig. 1.

Belemnites clavatus STAHL.

¹ Cf. R. MOUTERDE, 1946.

37 a. Marnes gris-bleu clair, très feuilletées, délités à patine souvent noirâtre : 0,65 m.

Oistoceras sp.

Belemnites (*Hastiles*) *clavatus* STAHL

Belemnites (*Prototheutis*) cf. *armatus* DUM.

Pseudopecten acuticostatus LMK.

Avicula (*Oxytoma*) cf. *sinemuriensis* D'ORB.

Zeilleria numismalis LMK.

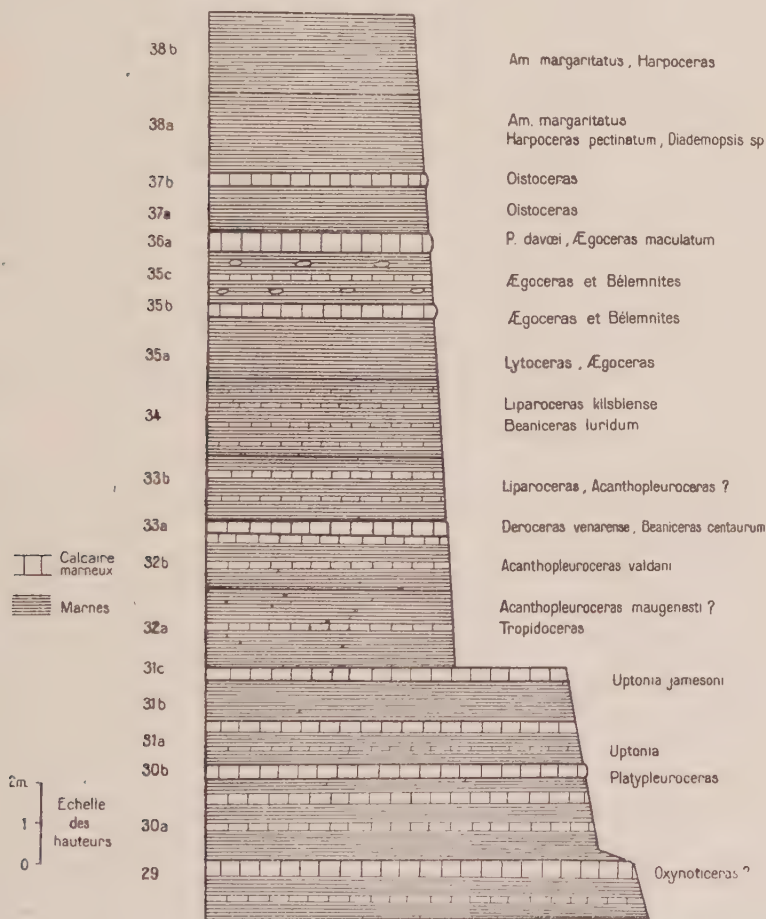


Fig. 23. — Coupe de la carrière à ciment d'Etaule, Pliensbachien.

36 a. Calcaire marneux, gris clair, irrégulier, taché de brun : 0,25 m.

Productylioceras davœi Sow., formant un lit au tiers inférieur du banc.

* *Ægoceras* (*Androgynoceras*) *maculatum* Y. et B. et formes voisines très nombreuses.

Hinnites sp. QUENST. Jura, pl. 18, fig. 26.

Inoceramus ventricosus Sow.

Belemnites (*Prototeuthis*) *armatus* DUM.

Zeilleria numismalis LMK.

Un gros *Liparoceras cheltiense* MURCH., ramassé hors place, pourrait être rapporté à ce niveau.

35 c. Marnes grises renfermant des lits de nodules et un banc de calcaire marneux; nombreuses *Bélemnites* et *Egoceras* : 0,70 m.

Egoceras (*Androgynoceras*) *capricornu* SCHLOTH. : SPATH Liparo., pl. 23, fig. 15.

Egoceras (*Androgynoceras*) cf. *latecosta* Sow. : cf. SPATH Liparo., pl. 18, fig. 4, côtes plus serrées, tours plus hauts.

Egoceras (*Androgynoceras*) cf. *maculatum* Y. et B. cf. SPATH Liparo., pl. 16, fig. 12 et formes voisines.

Belemnites (*Hastites*) *umbilicatus* BLAINV.

B. (*Hastites*) *clavatus* STAHL.

B. (*Hastites*) *clavoides* LISSAJ.

B. (*Passaloteuthis*) *carinatus*? HEHL, jeune forme.

B. (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAINV.

Lima punctata Sow., etc...

35 b. Banc de calcaire marneux, très riche en *Bélemnites* surtout à sa partie supérieure : 0,15 m.

* *Egoceras* (*Androgynoceras*) *maculatum* Y. et B.

* *Egoceras* (*Androgynoceras*) *intracapricornus*? QUENST.

Belemnites (*Hastites*) *clavatus* STAHL.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAINV.

B. (*Passaloteuthis*) *carinatus* HEHL.

Zygopleura (*Katosira*) *periniana* D'ORB.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

35 a. Marnes grises avec lits plus calcaires, nombreuses *Bélemnites* : 0,75 m.

Lytoceras fimbriatum Sow.

Egoceras (*Androgynoceras*) sp., écrasés.

Belemnites (*Hastites*) *araris* DUM.

B. (*Hastites*) *clavatus* STAHL.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAINV.

B. (*Passaloteuthis*) *lævigatus* ZIETEN.

B. (*Passaloteuthis*) *mariniacensis* LISSAJ.

Zeilleria numismalis LMK.

34. Quatre bancs de calcaire marneux gris, assez compact, séparés par des marnes grises, fossiles à test rouillé et patine noire : 1 m.

Lytoceras fimbriatum Sow.

Belemnites (*Hastites*) *clavatus* STAHL.

B. (*Hastites*) *clavoides* LISSAJ.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAINV.

B. (*Passaloteuthis*) *umbilicatus* BLAINV.

Inoceramus (*Pernomytilus*) *nobilis* GOLDF.

Zeilleria numismalis LMK.

Pentacrinus basaltiformis MILL.

Les Ammonites se répartissent ainsi, en haut :

Platynoticerus? sp. cf. *P. haugi* SPATH Liparo., pl. 12, fig. 2 ab.

Lytoceras fimbriatum Sow., forme à côtes fines.

Au milieu :

* *Beaniceras* cf. *luridum* SIMPS. var. *wrighti* SPATH Liparo., pl. 15, fig. 5.

* *Beaniceras* *luridum* SIMPS. var. *submaculatum* SPATH Liparo., pl. 16, fig. 5.

* *Beaniceras* aff. *luridum* SIMPS. var. *submaculatum* SPATH Liparo., pl. 16, fig. 3 et nombreuses formes voisines.

* *Liparoceras* cf. *elegans* SPATH Liparo., pl. 1, fig. 7 ab.

* *Liparoceras* cf. *kilsbiense* SPATH Liparo., pl. 4, fig. 2, côtes plus nettes et plus vigoureuses.

Liparoceras sp., voisin de *L. kilsbiense* SPATH avec côtes extrêmement vigoureuses sur les flancs.

A la base : *Liparoceras* sp. à grosses côtes, fragment.

33 b. Marnes grises feuilletées et deux bancs de calcaire marneux tendre gris clair :
..... 0,80 m.

Liparoceras bechei? Sow., fragment.

* *Lytoceras* aff. *fimbriatum* Sow., ornementation réticulée de QUENST. Am., pl. 39, fig. 5.

Tropidoceras ou *Acanthopleuroceras*, fragments écrasés, indéterminables, test à patine ferrugineuse.

Belemnites (*Hastites*) *umbilicatus* BLAINV.

B. (*Hastites*) *clavoides* LISSAJ.

B. (*Hastites*) *clavatus* STAHL.

Pentacrinus basaltiformis MILL.

Curieux débris végétaux.

33 a. Banc de calcaire marneux tendre à nodules et fossiles pyriteux. . . 0,20 m.

A la partie supérieure :

* *Deroceras venarense* OPP., 1862, pl. 42, fig. 2.

Beaniceras centaurus D'ORB. P. F., pl. 76, fig. 3-4, forme très large.

Partout :

Belemnites (*Hastites*) *araris* DUM.

B. (*Hastites*) *clavatus* STAHL.

B. (*Hastites*) *clavoides* LISSAJ.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

Rhynchonella rimosa QUENST.

De nombreux fossiles pyriteux trouvés dans certaines surfaces des déblais doivent provenir de ce lit : abondants *Deroceras venarense* OPP., *Tragophylloceras numismale* QUENST. Am. pl. 37, fig. 10, *Liparoceras* sp. jeune : cf. SPATH Liparo., pl. 1, fig. 8.

Les marnes, situées sous ce banc, montrent de nombreuses fines baguettes gris verdâtre épigénisées en pyrite qui peuvent être interprétées comme des débris végétaux ; des débris analogues, plus ou moins nets, se voient à différents niveaux.

32 b. Marnes feuilletées assez ferrugineuses et deux bancs de calcaire marneux tendre, à cassure légèrement granuleuse, riches en pyrite; les fossiles, assez écrasés, souvent brisés ou incomplets, sont généralement altérés en amas pulvérulents de limonite, difficiles à transporter et à déterminer : 0,70 m.

* *Acanthopleuroceras* pl. sp. du groupe de *A. valdani* et autres formes.

Liparoceras cheltiense? MURCH. : SPATH Liparo., pl. 2, fig. 5-7.

Avicula sinemuriensis D'ORB.

Trochus schübléri ZIETEN.

32 a. Marnes et calcaire très marneux feuilleté; les fossiles autrefois pyriteux sont devenus limoniteux par altération et tombent en poussière, d'autres, en calcaire marneux, sont brisés, incomplets et peu déterminables : 1 m.

* *Acanthopleuroceras* sp. du groupe de *A. maugensli* D'ORB.

Acanthopleuroceras? sp. ou *Tropidoceras*? sp.

Belemnites (Hastites) clavatus STAHL.

Inoceramus ventricosus SOW.

Zygopleura sp. : cf. *Scalardia liasica* QUENST. Jura, pl. 19, fig. 5 et autres petits Gastéropodes.

Pentacrinus basaltiformis MILL.

31 c. Calcaire marneux gris clair, compact, à cassure conchoïdale, finement piqué de noir, traces végétales épigénisées en pyrite : 0, 10 m à 0,15 m.

Uptonia jamesoni SOW., grandes formes assez fréquentes.

Phylloceras sp., petite taille.

* *Celoceras incrassatum* SIMPS. : S. BUCKM. T. A., pl. 210.

Belemnites (Hastites) araris DUM., fréquente.

B. (Hastites) clavatus STAHL, rare.

Rhynchonella laevigata QUENST.

Rhynchonella fronto QUENST.

Zeilleria numismalis LMK.

Helicina expansa QUENST.

31 b. Marnes feuilletées avec quelques Bélemnites 0,50 m.

31 a. Banc de calcaire marneux gris clair, compact, gélif en larges lames à surface conchoïdale, surmontant des marnes grises, assez calcaires, très feuilletées; au milieu un petit banc de calcaire marneux : 0,60 m.

* *Uptonia lata* QUENST. Am., pl. 31, fig. 9, et autres *Uptonia* du groupe de *U. jamesoni* SOW., fragments.

Tragophylloceras sp.

Belemnites (Dactylioteuthis) janus DUM. L. moy., pl. 4, fig. 12-14.

Belemnites (Hastites) araris DUM.

Rhynchonella rimosa QUENST.

Rhynchonella fronto QUENST.

30 b. Calcaire marneux gris clair, compact, à patine blanche, à grain fin, à cassure conchoïdale : 0,20 m.

Tragophylloceras cf. *paucicostatum* POMPECKJ., 1893, pl. 4, fig. 2.

* *Platyleuroceras oblongum* QUENST. = *Am. natrix oblongus* QUENST. Am., pl. 33, fig. 8.

- * *Platypleuroceras* cf. *brevispina* Sow. : QUENST. Am. pl. 33, fig. 6, fragment du dernier tour.
- * *Platypleuroceras* cf. *rotundum* QUENST. = *Am. natrix rotundus* QUENST. Am., pl. 33, fig. 11, moins épais, mais mêmes constrictions.
- Platypleuroceras* aff. *brevispina* Sow. : QUENST. Am., pl. 33, fig. 10, costulation forte, tubercules à peine marqués.
- Platypleuroceras* sp., ornementation voisine de *Am. latæcosta* Sow., 1812, pl. 556, croissance plus lente.
- Platypleuroceras* sp., autres formes du groupe de *P. natrix* QUENST.
- Uptonia venustula* DUM. L. moy., pl. 17, fig. 4-6.
- Avicula papyria* QUENST. (*Monotis*).
- Rhynchonella* sp. = *R. variabilis major* RAU, 1905, pl. 1, fig. 103.
- Zeilleria subdigona* OPP.

30 a ♀ Marnes sèches et calcaire marneux gris clair, à petites taches et débris noirs, peu fossilifères : 1 m.

Empreinte de petites Ammonites à test lisse : *Oxynoticeras*? sp. ou *Tragophylloceras* sp.

Rhynchonella delmasi DUM. : RAU, 1905, pl. 2, fig. 56-58.

Rhynchonella sp. = RAU, pl. 1, fig. 108, 103.

Rhynchonella parvirostris? ROEMER : RAU, 1905, pl. 2, fig. 34.

29. Calcaire marneux, à cassure un peu granuleuse, se délitant en plaquettes et marnes assez compactes; nombreux nodules de pyrite en forme de cylindre allongé. 0,75 m.

A la partie supérieure, il y a, localement, des accumulations de fossiles dans une gangue de calcaire plus compact formant une sorte de Lumachelle :

Oxynoticeras sp., grande taille, fragment.

Belemnites (*Hastites*) *araris* DUM.

Belemnites (*Passaloteuthis*) cf. *rudis* PHILL. et autres formes très nombreuses, certaines sont perforées par des Mollusques.

Pecten strionatis QUENST.

Zeilleria numismalis LMK., abondantes : DESL., 1862, pl. 14, fig. 1; DAV. Sup., pl. 21, fig. 8.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

Spiriferina villosa QUENST.

Miocidaris sp., fragment de test.

Pentacrinus basaltiformis MILL.

M. Brousse m'a communiqué un *Deroceras armatum* Sow. à peu près typique, qu'il a récolté à la base de la carrière ; il vient donc vraisemblablement de la dernière couche décrite, que je considère comme constituant le sommet du Lotharingien, avec un faciès très marneux, comme à Corbigny.

Au-dessus vient le Pliensbachien avec ses différentes zones :

— zone à *U. jamesoni* (2,50 m) (30 a-31 c) ; à sa base on peut distinguer un horizon à *Platypleuroceras* ;

— zone à *T. ibex* (4 m) (32 à 34) avec ses deux horizons à *Acanthopleuro-*

202 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
ceras (*A. maugenesi* D'ORB. semble précéder *A. valdani* D'ORB) et à *Beaniceras luridum*; *Deroceras venarense* OPP. se situe à la base de ce dernier horizon;

— zone à *P. davœi* (3 m) (35 à 37); l'espèce indice est cantonnée dans un lit peu épais à la partie moyenne; en dessous on a de nombreuses Bélemnites et *Egoceras*; au-dessus les *Oistoceras* dominant.

Le sommet de la carrière (38 *ab*), avec ses argiles qui ne sont plus que légèrement calcaires, appartient au Domérien inférieur.

Cette coupe est tout à fait comparable à celle de Corbigny.

Le Pliensbachien et le Domérien forment encore, sur la surface structurale du calcaire à Gryphées, de petites buttes épargnées par l'érosion. Une bonne coupe de l'une d'elle peut se prendre dans les fossés et les talus de la route de Tonnerre, à la hauteur du deuxième passage à niveau (718,35 × 280,45); au N du passage à niveau, un peu en contre-bas, affleure le banc à *Prodactylioceras davœi* SOW. associé à quelques *Egoceras* et *Oistoceras*. Au S du passage à niveau, ce sont au contraire les couches domériennes qui sont visibles, avec *Amaltheus margaritatus* MONTF. et de nombreuses petites Bélemnites. Les couches présentent un pendage N d'environ 2°.

DOMÉRIEN MOYEN et SUPÉRIEUR

L'étage Domérien se continue par une épaisse série de marnes ou d'argiles feuilletées, couronnées par des banes calcaires jaunes plus ou moins cristallins. Les marnes ont été exploitées autrefois au SW de Sauvigny, près du bois de la Troquette, pour les tuileries d'Avallon. On peut évaluer leur puissance à 60 m environ.

Les calcaires de la zone supérieure de l'étage se voient plus facilement.

Les rectifications de la route d'Auxerre aux environs de Valloux (713,5-7 × 280,1 et 712,55-70 × 280,6) ont entaillé leur partie inférieure et m'ont donné une faune abondante. Un peu au-dessus, dans le petit chemin montant, par l'W, au plateau de la cote 231 (712,7 × 280,7), les couches affleurent sur 3 m ou 4 m; elles sont formées par des bancs de calcaire gris à brun foncé, largement cristallin, formé de nombreux débris de coquilles et des fragments d'articles d'Encrines, qui alternent avec des bancs de calcaire marneux gris, compact, légèrement cristallin, des calcaires secs en plaquettes et des marnes.

Ces calcaires, succédant à des couches marneuses tendres, forment dans la topographie une série de buttes ou de plateaux, comme la butte de Montorge au-dessus de Sauvigny. Là, comme en beaucoup d'autres points, de petites carrières sont ouvertes pour l'empierrement ou la construction. J'ai vu l'une d'elle près de la gare d'Athie (723,2 × 283,7); elle montrait 2 m de calcaire, assez cristallin et riche en débris à la partie supérieure, plus marneux et schisteux avec faunes de Myaires et de Pholadomyes à la partie inférieure.

Le banc terminal de ces calcaires est visible dans les talus de la route de Vassy au hameau de la Vaire (719,4 × 283,4); c'est toujours un calcaire gris cristallin à *Paltoptero-ceras spinatum* BRUG., *Rhynchonella acuta* SOW., *Terebratula subpunctata*

DAV., etc...; moins de 2 m au-dessus, un peu au N, on voit des calcaires marneux feuilletés du type des schistes carton et des calcaires marneux en bancs plus épais avec *Orbiculoidea papyracea* QUENST.

L'épaisseur totale des calcaires dans la région doit être d'une dizaine de mètres, peut-être un peu moins, Raulin dit 5 m à 6 m ; je n'ai pu faire aucune mesure précise.

Liste des fossiles du Domérien supérieur de l'Avallonnais.

<i>Amaltheus margaritatus</i> MONTF.	partout
<i>Paltopterocheras spinatum</i> BRUG.	partout
<i>Grammoceras</i> sp. aff. <i>normanianum</i> D'ORB. : cf. QUENST.	entre Vassy et
Am., pl. 42, fig. 42, avec costulation plus marquée et plus	Montorge
arquée au milieu des flancs	(Laboratoire de Dijon)
<i>Grammoceras</i> cf. <i>normanianum</i> D'ORB. : cf. <i>Grammoceras</i>	
sp. MONEST. Domérien, pl. 4, fig. 27, très voisin pour	Etaule
la costulation et la section des tours internes.	(Collection Brousse)
<i>Celoceras</i> sp., costulation fine et croissance rapide.	Valloûx
<i>Belemnites bruguierianus</i> D'ORB.	partout
<i>Entolium frontale</i> DUM.	Athie
<i>Pseudopecten æquivalvis</i> SOW.	partout
<i>Pseudopecten acuticosta</i> LMK.	partout
<i>Gryphæa gigantea</i> SOW.	partout
<i>Pholadomya voltzi</i> AGASS.	partout
<i>Rhynchonella acuta</i> SOW.	partout
<i>Rhynchonella</i> sp.	partout
<i>Terebratula subpunctata</i> DAV.	partout
<i>Zeilleria subcornuta</i> QUENST.	partout

TOARCIEN et AALÉNIEN INFÉRIEUR

Ces étages forment une nouvelle série marneuse, un peu moins épaisse que celle du Lias moyen ; quelques bancs de calcaire assez tendre se voient à la partie inférieure et moyenne ; la partie supérieure est finement micacée et gréseuse.

L'étage Toarcien débute dans l'Avallonnais par les célèbres couches des calcaires à ciment de Vassy. Ils furent activement exploités à ciel ouvert ou en galeries souterraines sur cette commune pendant le siècle dernier. Aujourd'hui toute extraction a cessé à Vassy, et on ne peut plus voir d'affleurements nets, mais quelques carrières fonctionnent encore à Sainte-Colombe, Athie, Angely. Voici la coupe que j'ai relevée dans l'une des carrières de Sainte-Colombe (vers 723,8 × 285,1), de haut en bas :

42 g. Marne argileuse.	3 m.
42 f. Calcaire marneux formant un banc compact, peu fossilifère	0,20 m.

42 e. Marne argileuse souvent très feuilletée, parce que très riche en débris de petites Posidonomyes et autres petits Lamellibranches à test mince. 2,50 m.

42 d. Calcaire marneux brun noirâtre et marne feuilletée, jaune en surface, à nombreux débris de Posidonomyes et petits Lamellibranches : 0,50 m.

Cœloceras sp., écrasé.

42 c. Marnes argileuses gris-bleu, feuilletées. 2 m.

Vers la base :

Pseudolioceras aff. *compactile* SIMPS. : S. BUCKM. Y. T. A., pl. 41.

Pseudolioceras sp., à costulation fine.

Dactylioceras sp. du groupe de *D. annulatum* SOW. : DUM. L. sup., pl. 26, fig. 3, croissance plus rapide.

42 b. Calcaire marneux très feuilleté : 1 m.

Pseudolioceras sp. du groupe de *P. lythense* Y. et B.

Amussium pumilus LMK., abondant.

42 a. Calcaire marneux en petits bancs 0,50 m.

41 d. Marnes grises très feuilletées avec 3 bancs de calcaire marneux gris assez compact, à cassure finement granuleuse, de 10 cm d'épaisseur environ chacun; les carriers les appellent les trois « rayons », ils donnent le meilleur ciment :

. 0,80 m.

Hildoceras sp., à fortes côtes.

Harpoceras sp. du groupe de *H. serpentinum* REIN.

Inoceramus sp

41 c. Calcaire marneux tendre, assez feuilleté : 2 m.

Harpoceras sp. du groupe de *H. falciferum* SOW., à ombilic plus ouvert et côtes moins infléchies en avant au bord ombilical, cf. REYNÈS Mon. L. sup., pl. 2, fig. 1 pour la costulation, ombilic un peu plus ouvert, mais moins que *Ibid.*, pl. 1, fig. 1.

Dactylioceras aff. *annulatum* SOW. : REYNÈS Mon. L. sup., pl. 8, fig. 4.

Dactylioceras sp., petites formes à côtes fines.

C'est à ce niveau qu'on trouve la plupart des Poissons de Vassy qui ont été décrits par Sauvage et par Arambourg ¹. J'ai rapporté de ce niveau une belle « plume de Calmar ».

41 b. « Gros banc » de calcaire marneux compact, exploité pour le ciment : *Dactylioceras* sp., *Cœloceras* sp. 0,80 m.

41 a. Deux bancs de calcaire marneux gris foncé, à grain fin, séparé par 40 cm à 50 cm de marnes calcaires feuilletées, c'est le « banc noir » des carriers.

. 0,70 m.

Seuls les trois « rayons », le « gros banc » et une petite partie du « banc noir » sont utilisés pour le ciment, tout le reste passe aux déblais; les schistes, compris entre les « rayons » et le « gros banc », sont très feuilletés et légèrement bitumineux, ils sont du type « schistes carton », mais leur teneur en matières combustibles n'est pas suffisante pour qu'ils soient exploitables. A Vassy, les trois rayons étaient superposés sans intercalation de marnes et formaient un banc unique de 30 cm à 40 cm (Leyme-

¹ 1935, on y trouvera la bibliographie de Sauvage.

rie et Raulin, 1858); au fur et à mesure qu'on se déplace vers l'E, des marnes de plus en plus épaisses séparent les « rayons »; l'ensemble mesure 50 cm à 60 cm à Provenchy, 80 cm à Athie, sans que la puissance de calcaire exploitable augmente, au contraire elle diminue plutôt. Collenot (1873, pp. 283, 285) donne une coupe prise à Thisy et une autre à l'E de Semur; dans cette dernière, l'ensemble des « rayons » et des marnes intercalées mesure 1 m et les « rayons » seuls 0,18 m; en dessous on retrouve 2,50 m de marnes feuilletées, puis 2 bancs de calcaire à ciment séparés par des marnes, l'équivalent du gros banc (41 b). La coupe de Thisy est plus difficile à paralléliser, mais montre aussi une augmentation des couches marneuses.

Ces calcaires à ciment appartiennent à la zone à *H. falciferum* du Toarcien inférieur, mais le niveau de base à *D. tenuicostatum* n'a pu être caractérisé.

La partie moyenne de l'étage se voit seulement dans les vignes ou les champs; ainsi j'ai recueilli, près de la route montant de Vassy à Annay-la-Côte (718 × 283.4), *Hildoceras bifrons* BRUG., *Pseudogrammoceras* sp., *Lytoceras cornucopiæ* Y. et B.

La partie supérieure de la formation est constituée par des argiles grises à grain fin, légèrement micacées; je signalerai plusieurs de leurs points d'affleurement à la base du calcaire à Entroques au paragraphe suivant. Ces argiles n'ayant pas encore fourni de fossiles¹, il n'est pas possible de préciser leur âge. Notons cependant que le sondage de Saint-Florentin, à 50 km au N, a traversé des argiles analogues avec empreintes de *Dumortieria* écrasées qu'on peut rapprocher de *D. rhodanica* HAUG (DUM. L. sup., pl. 14, fig. 2-5, SCHNEIDER, pl. 1, fig. 3), forme de la zone à *Dumortieria* de l'Aalénien inférieur: ces couches étaient surmontées par des calcaires marneux, gris un peu plus foncé, et plus grossiers à fossiles à test blanc: *Dumortieria subfasciata* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 18 et *Pleydellia mactra* DUM. L. sup., pl. 50, fig. 4-5, formes de l'horizon à *D. moorei* (52).

L'absence de fossiles dans les argiles micacées de l'Avallonnais tient peut-être seulement aux conditions d'affleurement et il est possible qu'une partie de ces argiles appartiennent à l'Aalénien inférieur, bien que nous soyons plus près du massif du Morvan. L'épaisseur de l'ensemble de ces formations marneuses du Lias supérieur semble être de 50 m à 70 m environ (60 m à 70 m au Mont Morin); Leymerie et Raulin (1858, p. 274) indiquent 90 m ce qui semble exagéré; mais p. 269, ils situent la base des calcaires bajociens à 50 m au-dessus des calcaires à ciment.

BAJOCIEN

Le Bajocien forme la base d'une corniche calcaire, qui domine les pentes des marnes liasiques. Cette corniche est en général moins marquée que dans l'Auxois, car le calcaire à Entroques, est beaucoup moins épais ici², 10 m

¹ Aucun fossile en collection, ni dans les listes des auteurs.

² La Carte Géologique feuille d'Avallon n'indique pas cette variation d'épaisseur remarquable, ce qui conduit à des contours inexacts à l'W de la feuille pour cette formation.

à 15 m au lieu de 30 m à 40 m. Comme dans le Nivernais, au-dessus du calcaire à Entroques, viennent des niveaux de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses. Je m'étendrai un peu sur cet étage, parce que j'ai trouvé quelques fossiles qui permettent de préciser, en partie, l'âge du calcaire à Entroques et de suivre les variations des niveaux à oolithes ferrugineuses. Je décrirai les coupes en allant du SW au NE.

Tharoiseau. — Coupe prise dans une carrière le long de la route d'Avalon à Vézelay (711 × 276,1), de haut en bas :

70 d. Calcaire marneux, compact, gris clair à roux, sans oolithe ferrugineuse, fossiles à test dissous, encroûtés de limonite : 0,50 m.

* *Parkinsonia* cf. *schloenbachii* SCHLIPPE, pl. 4, fig. 4.

Pholadomya aff. *parcicosta* AGASS.

70 c. Calcaire marneux brun-ocre, en plaquettes, avec oolithes ferrugineuses de taille très variable 0,10 m.

70 b. Calcaire marneux gris très clair, à rares oolithes ferrugineuses, fossiles à patine brune 0,20 m.

Au sommet : * *Parkinsonia* cf. *eimensis* WETZ., fragment : S. BUCKM. T. A., pl. 768.

70 a. Calcaire marneux gris foncé, riche en petites oolithes brun-noir : 0,10 m.

Ostrea (*Alectryonia*) aff. *marshi* SOW.

69 d. Marnes gris clair ou brunes, avec oolithes ferrugineuses plus ou moins abondantes; à leur base, lit de calcaire blanchâtre à oolithes ferrugineuses : 0,30 m.

* *Parkinsonia* sp. du groupe de *P. parkinsoni* SOW., fragments.

* *Parkinsonia pseudoparkinsoni*? WETZ. : NICOL., pl. 6, fig. 1, fragment.

* *Aulacothyris carinata* LMK.

Terebratula sp.

69 c. Calcaire marneux gris clair, à grosses oolithes brun foncé, assez altérées; à la base marnes brun-rouge à fossiles nombreux mais fragiles : 0,25 m.

* *Terebratula ferryi* DESL., 1862, pl. 96, très nombreuses et formes voisines.

* *Acanthothyris costata* D'ORB.

Rhynchonella sp.

69 b. Marnes brunes, compactes et calcaire marneux blanchâtre à oolithes ferrugineuses sans fossile 0,25 m.

69 a. Calcaire blanc sec, en concrétions ou en plaquettes, rares oolithes ferrugineuses. 0,10 m.

----- surface perforée, Serpules et Huîtres fixées

62 ? Calcaire cristallin crinoïdique en gros bancs à stratification oblique. 3,50 m.

La seule zone bien caractérisée dans cette succession est la zone à *P. parkinsoni* du Bajocien supérieur, avec un niveau à formes voisines de

P. parkinsoni Sow. et plus haut des formes épaisses, voisines de *P. neufensis* OPP. et *P. schloenbachi* SCHLIPPE. Les zones inférieures à *Garantia* et *St. niortense* ne sont pas représentées, les grosses Térébratules du groupe de *T. ventricosa* ZIETEN manquent aussi ; il faut, peut-être, attribuer ces faits au voisinage du Morvan.

Sermizelles. -- Une carrière assez profonde, envahie par la végétation, située à l'E du passage à niveau du S de la gare de Sermizelles montre de haut en bas (709,75 × 281,9) :

71. Calcaire marneux sec très compact, finement cristallin ; les fossiles sont très enchevêtrés, généralement incomplets, leur test est dissous, ils sont encroûtés de dépôts ferrugineux : 0,40 m.

Parkinsonia cf. *planulata* QÜENST. var. *mutabilis*? NICOL., pl. 13, fig. 4, costulation plus serrée et plus fine que WETZ., 1911, pl. 17, fig. 1.

Parkinsonia cf. *eimensis* WETZ., 1911, pl. 17, fig. 5-6, un peu moins épaisse, costulation plus fine, incomplète.

Oppelia sp.

70. Calcaire marneux gris ou blanc, à oolithes ferrugineuses : . . . 0,20 m.

Parkinsonia neufensis? OPP., fragment assez incomplet.

Parkinsonia sp., gros fragment nettement roulé et remanié ; des Huîtres sont fixées sur les surfaces d'usure.

Ces deux Ammonites sont remplies de calcaire marneux à grosses oolithes brun foncé.

69. Calcaire marneux tendre, en petits bancs, et marne à oolithes ferrugineuses de grande taille au sommet : 0,50 m.

Terebratula ferryi DESL.

68. Calcaire marneux, gris-brun, compact, finement cristallin et délit de calcaire marneux plus noirâtre à petites oolithes ferrugineuses gris foncé : . . . 0,15 m.

Parkinsonia subarietis WETZ. : NICOL., pl. 1, fig. 15.

Parkinsonia orbignyana WETZ., plusieurs exemplaires.

Parkinsonia cf. *orbignyana* WETZ. : SCHMIDTILL et KR., 1930, pl. 83, fig. 4, costulation plus serrée, ombilic plus ouvert que le type.

Parkinsonia cf. *pseudoparkinsoni* WETZ.

Terebratula cf. *walkeri* ROLLIER : ROCHÉ, 1939, pl. 10, fig. 24 ac.

----- surface perforée.

67. Calcaire marneux gris clair, très compact, à petites oolithes ferrugineuses brun foncé, inégalement réparties ; très nombreux Lamellibranches difficiles à dégager (*Ctenostreon*, *Pecten*, etc...) : 0,25 m.

Garantia sp.

Trigonia denticulata AGASS.

Terebratula sphaeroidalis SOW.

Terebratula sp., formes de grande taille du groupe de *T. ventricosa* ZIETEN.

Zeilleria walcotti DAV.

Rhynchonella sp., grande taille.

66 ? A la base : *Strenoceras* sp.

----- surface perforée, Huîtres fixées.

62 ? Calcaire gris clair cristallin à Entroques et débris. . . visible sur 5,50 m.

Les couches à oolites ferrugineuses affleurent également dans l'enceinte du chemin de fer, à l'W de la voie ferrée, près du même passage à niveau. Par contre Péron (1909, p. 241) parle d'un affleurement au passage à niveau côté Laroche; je n'ai pu le retrouver, peut-être a-t-il fait erreur, car il ne signale pas les affleurements que je viens de décrire, près du passage à niveau côté d'Avallon.

Collet (1906, p. 51) qui signale ces affleurements n'en donne pas de coupe détaillée, mais Wetzel (1924, pp. 231-234), qui les a vus plus soigneusement, distingue au-dessus du calcaire à Entroques — un horizon supérieur de calcaire gris clair à patine brune, sans oolithe ferrugineuse avec *Parkinsonia neuffensis* ORF., *Parkinsonia* sp. juv. du groupe de *P. friederici-augusti* WETZ., *Oppelia* sp., qui appartient aux « Obere Parkinsonienschichten », et — un horizon inférieur, épais de 40 cm, de calcaire marneux gris verdâtre à très petites oolites de limonite avec *Parkinsonia subarietis* WETZ., *P. acris* WETZ., *P. pseudoparkinsoni* WETZ., *P. arietis* WETZ., *Garantia allicosta* WETZ., *G. pompeckji* WETZ., *G. cf. garanti* D'ORB., qu'il range dans les « untere Parkinsonienschichten » en notant une certaine hétérogénéité dans la faune.

Mes observations, plus précises, m'ont permis de diviser cette dernière couche en deux et on peut résumer ainsi brièvement la coupe ci-dessus :

Au-dessus du calcaire à Entroques (62), nous avons ici deux séries de niveaux à oolites ferrugineuses, séparées par une surface perforée.

La première (67-66 ?) correspond à la zone à *G. garanti* et peut-être au sommet de la zone à *S. niortense* ; je ne suis pas affirmatif car le *Strenoceras* trouvé à la base de la couche peut avoir été remanié.

La deuxième série (68-70) correspond à la zone à *P. parkinsoni*, elle débute par un horizon à *Parkinsonia* à croissance lente : *P. subarietis* WETZ., *P. orbignyana* WETZ. et se poursuit avec des oolites ferrugineuses de taille croissante ; ces dernières cessent vers la fin du Bajocien. On peut estimer, par comparaison avec la coupe de Valloux donnée ci-après que le dernier banc (71), sans oolithe ferrugineuse, à *Parkinsonia* cf. *planulata*, appartient au Bathonien ; Wetzel le rangeait dans les « obere Parkinsonienschichten ».

Givry. — La partie inférieure du Bajocien est visible à 400 m au SSE de l'affleurement précédent, sur la route d'Avallon à Auxerre, au départ de la route de Givry (709,85 × 281,5).

Au NW et au-dessus de la grand'route, le calcaire à Entroques, sous son faciès à fins débris roulés et fragments de Crinoïdes, est visible sur au moins 200 m, son pendage étant sensiblement le même que la pente du terrain ; sa base est un calcaire, assez largement crinoïdique et cristallin ; on le voit dans les talus de la grand-route, au NE, et dans le talus W du début de la route de Givry.

61 a. En-dessous, vient 1 m environ de calcaire gris clair finement cristallin; il renferme de nombreux petits débris (1/4 de mm) blancs dans un ciment translucide gris clair; il y a quelques fragments de Crinoïdes. Les fossiles assez nombreux, Lamel-libranthes surtout, sont enchevêtrés les uns dans les autres, leur test est dissous, et une fine couche de limonite en occupe la place :

Witchellia sp., cloison et section très proches de celle de *W. læviuscula* Sow., ombilic un peu plus ouvert; le bord ombilical vertical et brusque ainsi que l'ornementation rappellent *W. complanata* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 54, fig. 1.

Sonninia cf. *franconica* DORN. : QUENST. Am. pl. 63, fig. 5.

Sonninia sp., grande taille, 2 exemplaires dont les tours internes manquent.

Acanthothyris sp., *Rhynchonella* sp., *Pleuromya* sp., etc...

Colonie de Bryozoaires.

58. Ces bancs reposent sur un calcaire gris bleuté, finement cristallin à nombreux très petits débris blancs arrondis; son type est donc très proche de celui des bancs supérieurs, mais il renferme de nombreux petits galets (5 mm) blancs arrondis de calcaire très marneux et quelques galets plats d'une dizaine de cm² de calcaire marneux gris clair profondément perforé : visible sur 0,20 m à 0,30 m.

Ludwigella vibrata S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 19, fig. 13.

Trigonia phillipsi MORRIS et LYCETT.

Entolium demissum PHILL.

Terebratulula sp.

1 m plus bas, on voit des argiles, gris clair, onctueuses, finement micacées, contenant quelques concrétions ferrugineuses et des plaquettes grés-micacées légèrement calcaires.

Ainsi, à Givry, le calcaire à Entroques comprend le sommet de l'Aalénien ; *Ludwigella vibrata* S. BUCKM. est une forme de la zone à *L. concava* (58) ; les premiers bancs sont chargés de galets perforés qui indiquent une certaine agitation de la mer et probablement un long arrêt de sédimentation avant l'établissement du régime de dépôts calcaires ; pourtant la couche (58) ne renferme que peu d'éléments détritiques, l'attaque à l'acide chlorhydrique dilué n'a laissé qu'une fine poussière quartzeuse. Ce dépôt de l'Aalénien supérieur est peu épais et, très vite, la couche suivante (61 a) montre une faune nettement bajocienne avec *Witchellia* du groupe de *W. læviuscula* Sow. et les grandes *Sonninia* ; il semble même que les horizons fossilifères de la base de l'étage manquent en ce point.

A 700 m à l'E, deux carrières exploitent le calcaire à Entroques. La première, assez petite, montre surtout une coupe des découverts du Bajocien supérieur ; la succession est voisine de celle de Sermizelles, mais les couches sont un peu plus épaisses. Au-dessus de la surface perforée du calcaire à Entroques, on a : un calcaire marneux gris compact à oolithes ferrugineuses : *Garantia* sp. du groupe de *G. dichotoma*? BENTZ et Térébratulules (35 cm); des marnes feuilletées et calcaires marneux à oolithes ferrugineuses avec *Parkinsonia orbignyana* WETZ., *Terebratulula eudesi* OPP., *Aulacothyris carinata* LMK., *Rhynchonella* sp. (40 cm).

La carrière voisine, située un peu plus à l'E, est plus importante; elle montre

10 m à 12 m de calcaire à Entroques avec pendage de 8° WNW. La roche des 2 m ou 3 m inférieurs est très dure avec des teintes rouges, elle rappelle celle du niveau à *Witchellia* et *Sonninia* de la route de Givry. Les bancs suivants, sur 3 m environ, sont d'un calcaire crinoïdique en petits bancs réguliers surmontés d'une couche de calcaire feuilleté de quelques centimètres d'épaisseur, assez fossilifère, mais difficilement accessible. Au-dessus, viennent encore 5 m de calcaire cristallin qui se terminent par une surface perforée; les découverts entament les niveaux à oolithes ferrugineuses du Bajocien supérieur avec, à la base, un horizon à *Garantia* (25 cm), puis un horizon à *Parkinsonia* sp. (30 cm) qui se termine par une surface perforée. Les couches suivantes, plus feuilletées, avec des oolithes moins nombreuses, renferment encore d'autres *Parkinsonia*.

Valloux. — Ces couches à oolithes ferrugineuses existent d'une façon continue dans la région, il suffit de suivre leur niveau à flanc de coteau et dès que, pour une raison quelconque, les éboulis et la terre végétale sont enlevés, on les voit affleurer. Péron (1909) l'a bien indiqué pp. 243-244. Je décrirai encore la coupe d'une carrière située à l'W de Valloux, sur la commune de Girolles, au flanc SW du plateau de la cote 230 (712,4 × 280,75), car elle est très complète et fossilifère; de haut en bas :

71. Banc de calcaire marneux jaune clair, sec, fossiles à test dissous, *Parkinsonia* sp. visible sur 0,30 m.

C'est vraisemblablement de ce banc que vient un bloc très fossilifère trouvé au bord du chemin, il renfermait :

Morphoceras (*Ebrayiceras*) *pseudoanceps* EBRAY-DOUV.

Parkinsonia sp. = *P. planulata* QUENST. var. *mutabilis*? NICOL., pl. 13, fig. 3;

cf. WETZEL, 1911, pl. 17, fig. 1-2, plusieurs fragments.

Cadomites deslonchampsi? DEFR. : ROCHÉ, 1939, pl. 1, fig. 7, 4, moule externe.

Cadomites sp., moule externe.

Goniomya sp., *Pleuromya* sp.

70 c. Calcaire marneux, assez sec, gris-bleu clair, jaune en surface au sommet : 0,45 m.

Parkinsonia sp., fragment (du groupe de *P. neuffensis*? OFF.).

70 b. Marnes sèches, gris-bleu clair, avec quelques bancs plus calcaires se délitant en petites plaquettes 0,50 m.

70 a. Niveau de blocs de calcaire marneux, gris foncé, sans oolithe ferrugineuse, profondément perforés, couverts de serpules, emballés dans un calcaire marneux tendre à oolithes ferrugineuses. 0,05 m à 0,10 m.

Plusieurs galets sont des fragments de *Parkinsonia* remaniés, parmi lesquels on peut reconnaître * *P. aff. eimensis* WETZ.

68. Calcaire marneux gris clair, à nombreuses oolithes ferrugineuses. 0,25 m.

A la base, niveau plus tendre, feuilleté, très fossilifère : les Ammonites sont presque toutes disposées selon un lit unique :

* *Parkinsonia subarietis* WETZ., 1911, pl. 14, fig. 1.

* *Parkinsonia orbignyana* WETZ. : NICOL., pl. 3, fig. 5, nombreuses.

Garantia cf. *suevica* WETZ.

Garantia sp.

Strigoceras sp.

67. Calcaire gris-brun, marneux, assez compact, petites oolites ferrugineuses brunes ou noires peu nombreuses : 0,25 m.

* *Garantia* cf. *garanti* D'ORB. : CLERC, 1904, pl. 2, fig. 2.

Garantia aff. *minima* WETZ.

Garantia sp., *Nautilus* sp.

Acanthothyris cf. *spinosa* SOW.

Terebratula ferryi DESL.

Astarte valettei COSSM.

Parallelodon nuarense COSSM.

Modiola sp.

Trigonia sp.

----- surface perforée.

62. Calcaire cristallin, brun foncé, assez crinoïdique, visible sur 4 m. A 2,50 m du sommet, il y a une surface rubéfiée, couverte de concrétions ferrugineuses, surmontée d'un banc de 10 cm à 15 cm très riche en Lamellibranches.

Annay-la-Côte. — A 1 km à l'E du bourg, sur la route de Vassy, une carrière en activité vaut la peine d'être signalée, car elle entame toute l'épaisseur du calcaire à Entroques. La puissance de cette formation atteint ici seulement 9 m à 10 m, elle pose sur les argiles grises finement micacées du Lias supérieur. La roche est un calcaire gris clair à fins débris blancs dans un ciment de calcite translucide ; à la base les éléments sont très petits, vers la partie moyenne les débris deviennent plus gros et les fragments d'Entroques sont fréquents.

La partie supérieure est perforée ; elle est surmontée de 70 cm environ de marnes et de calcaire très marneux à oolites ferrugineuses brun foncé assez altérées, peu fossilifères : *Terebratula* sp.

Au-dessus, viennent des calcaires marneux gris-jaune clair, secs, sans oolithe ferrugineuse avec *Parkinsonia* du groupe de *P. neuffensis* OPP.

Lucy-le-Bois. — Les argiles micacées du Lias supérieur sont exploitées pour une tuilerie, à l'W du bourg. Le calcaire à Entroques et ses niveaux à oolites ferrugineuses ne se voient guère qu'en éboulis sur la route de Chablis ; mais, plus haut sur cette route, dans une petite carrière, affleurent les calcaires marneux secs du Bajocien très élevé ou du Bathonien inférieur. Les carrières importantes, situées dans les grands virages de la route (vers 716,5 × 286,4), exploitent les calcaires oolithiques du Bathonien, contrairement à ce qu'indique la carte géologique feuille d'Avallon et A. F. de Lapparent (1946, p. 144) ; les contours devraient être déplacés vers le S d'au moins 300 m.

La Tour-de-Pré. — A 3 km à l'E de Lucy, La Tour-de-Pré est un gisement classique pour l'oolithe ferrugineuse, Péron (1909, p. 244) le cite après Leymerie et Raulin (1858, p. 278) ; la Société géologique l'a visité en 1845 ¹ et Bayle dans son Atlas

¹ B. S. G. F. (2), II, p. 669.

(1878, pl. 7) figure des Térébratules de cette localité. En 1845, deux carrières permettaient d'étudier le Bajocien aisément, l'une exploitait sur 10 m le calcaire à Entroques, l'autre, située entre les deux groupes de maisons du village, montrait au-dessus du calcaire à Entroques, 1 m de marnes et de calcaire marneux brunâtre à oolithes ferrugineuses très fossilifères. Aujourd'hui, on ne voit plus que de vieilles carrières abandonnées, les derniers bancs de calcaire renferment des Entroques de 2 mm à 3 mm qui se détachent en blanc mat sur le fond gris brunâtre de la roche; il n'y a plus trace d'oolithes ferrugineuses en place, mais, dans les champs au N des maisons, on fait une ample récolte de fossiles de cette formation. Ils semblent appartenir à deux niveaux différents; à l'W d'abord, vers 720,6-7 × 285,35 on ramasse surtout de grosses Térébratules : *T. ventricosa* ZIETEN (Arcelin et Roché, pl. 4) très nombreuses, *T. helenæ* BAYLE, *T. ferryi* DESL., *T. sphæroidalis* Sow., *Zeilleria waltoni* DAV., *Rhynchonella* pl. sp., associées à quelques Ammonites : *Garantia* aff. *garanti* D'ORB., *Garantia* (*Pseudogarantia*) ? sp., *Strenoceras niortense* D'ORB., *Spiroceras* sp.; ce serait le niveau inférieur correspondant aux zones à *G. garanti* et *S. niortense*.

A l'E, au contraire, à peu près entre les deux groupes de maisons (720,8 × 285,35), à 1 m ou 2 m plus haut que le point précédent, on recueille *Parkinsonia* sp. du groupe de *P. parkinsoni*, plusieurs fragments; *T. ferryi* DESL., *Trigonia* sp., *Pygorhithis ovalis* LESKE; ce serait la zone à *P. parkinsoni* et le Bathonien inférieur, Péron cite en effet *Morphoceras polymorphum*.

Dissangis. — Ces niveaux bajociens se retrouvent avec constance jusqu'à ce qu'ils disparaissent au N, au fond de la vallée du Serein vers Dissangis, un peu au delà de l'Isle-sur-Serein.

Plusieurs carrières exploitent le calcaire à Entroques à Dissangis même, mais celle qui se trouve à 500 m au N du village, sur la route de Massangis, montre presque toute l'épaisseur de la formation.

Dans la carrière, elle-même, on observe de haut en bas :

62. Calcaire gris violacé, très largement crinoïdique, le ciment peu développé est piqueté de fines taches rouille 5 m.

Défilé de calcaire schisteux fossilifère : 0,10 m.

Pentacrinus cristagalli QUENST.

Rhabdocidaris horrida MÉRIAN, radioles.

Et autres radioles.

61-60. Calcaire gris, à débris de Crinoïdes et d'autres fossiles roulés et enrobés dans un ciment; la taille des éléments varie selon les bancs, souvent apparaît une stratification oblique 6,50 m.

58 b. Calcaire gris clair, à grain fin, à même structure que ci-dessus, avec nombreux Lamellibranches entremêlés, à test dissous et enduit de limonite; la roche prend en surface une teinte brune : 0,30 m.

Ludwigella cornu S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 4, fig. 3, petite taille.

Rhynchonella sp., *Terebratula* sp.

Bryozoaires, Colonies de 1 à 10 cm, fréquentes.

M. Alloiteaux, qui a examiné l'une d'elle, l'attribue à une forme voisine des *Chortetids*, mais différant de tous les genres classés dans cette famille par la très grande dif-

férence de taille des tubes et l'inégalité de formes de leur section, et surtout la présence de pseudocalices.

58 a. Calcaire gris-bleu, cristallin, à très fins débris blanchâtres dans un ciment un peu marneux et plus abondant que dans les bancs supérieurs 0,50 m.

Les argiles bleues finement micacées du Lias supérieur se voient au bord de la route un peu au-dessous de la base de la carrière.

1 m ou 2 m environ au-dessus du sommet de la carrière, dans les champs à l'WSW, près du cimetière, on voit des débris de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses : *Parkinsonia* sp., *Terebratula ferryi* DESL., *Rhynchonella* sp., *Plicatula* sp., *Ostrea costata* Sow. (Bajocien supérieur).

Le sommet du Bajocien n'est pas visible. Un peu au N, le long de la vallée du Serein, dans le talus E de la voie du chemin de fer départemental, au-dessus de la route de Massangis, en face de la borne hectométrique 1 du kilomètre 23, soit à 3,8 km de l'Isle-sur-Serein (723,5 × 291), c'est le Bathonien qui affleure avec des marnes feuilletées et des calcaires marneux gris compacts renfermant une faune de *Parkinsonia* épaisses du groupe de *P. neuffensis* OPP., ou étroites, voisines de *P. ferruginea* OPP., et des *Oppelia* très tranchantes.

Résumé du Bajocien. — Dans l'Avallonnais, le calcaire à *Entroques* a une puissance de 10 m à 15 m (probablement plus de 12 m à Givry, 10 m à Annay-la-Côte, plus de 10 m à la Tour-de-Pré, plus de 13 m à Dissangis). A Givry, point assez proche du Morvan, il débute à la fin de l'Aalénien par des calcaires gris, cristallins, à fins débris, de la zone à *L. concava*, peu épais et contenant des galets remaniés à la base. A Dissangis, localité située plus au N et plus loin du massif ancien, les calcaires aaléniens sont un peu plus épais. A Givry, à 1 m de la base environ, on trouve déjà des formes franchement bajociennes. La masse principale des calcaires ne m'a pas fourni d'Ammonites. Mais Collot (1906, p. 51) cite : *Stephanoceras baylei*, espèce de la zone à *O. sauzei*.

Aucune forme du Bajocien moyen n'a été citée, il manque peut-être tout entier. Cependant, au musée d'Avallon qui ne contient que des échantillons de la région, j'ai remarqué un gros *Toloceras blaydeniforme* Roemé rempli de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses, mais sans indication d'origine. Il n'est pas impossible que localement il existe en Avallonnais, comme nous l'avons noté à Tannay dans la Nièvre, une mince couche d'oolithes ferrugineuses de la partie supérieure du Bajocien moyen.

Le Bajocien supérieur comprend des couches de calcaire marneux avec plusieurs niveaux d'oolithes ferrugineuses.

Dans la région moyenne (Sermizelles, Givry, Valloux), un premier niveau de calcaire plus compact à oolithes ferrugineuses renferme des *Garantia*, de grosses Térébratules du groupe de *T. ventricosa* ZIETEN, et même, à Sermizelles, un *Strenoceras* à la base (67, 66 ?).

Un deuxième niveau, plus marneux, est de la base de la zone à *P. parkinsoni* (68), il débute souvent par un véritable lit de *Parkinsonia orbignyana*

WETZ. et *P. subarietis* WETZ. associées quelquefois, encore, à des *Garantia*. Les Brachiopodes, en particulier *Terebratula ferryi* DESL., abondent à ce niveau. Les oolites ferrugineuses persistent plus ou moins haut dans la zone à *P. parkinsoni*, et jusque dans des couches à *Parkinsonia* du groupe de *P. neuffensis* OPP. Mais dès le début du Bathonien, et souvent un peu avant, les oolites ferrugineuses ont cessé de se déposer et les calcaires marneux secs débutent par un niveau à fossiles à test dissous, daté à Valloux par *Morphoceras pseudoanceps* EBBAY-DOUVILLÉ.

A La-Tour-de-Pré, si l'on en croit Péron (1909, p. 245), l'oolithe ferrugineuse se poursuit au Bathonien inférieur, car il y cite *Morphoceras polymorphum*.

Au SW, à Tharoiseau, le niveau inférieur, à *Garantia*, semble manquer, peut-être parce qu'on se trouve plus près du massif du Morvan, nous avons noté déjà un phénomène analogue à Bazoches (p. 181).

Au N, à Dissangis, il n'y a pas de bonne coupe, mais l'oolithe ferrugineuse est toujours présente ; nous noterons cependant l'existence d'une petite Huître costée : *Ostrea costata* Sow. que nous retrouverons à l'E, en Auxois, dans un faciès de marnes, sans oolithe ferrugineuse.

Série stratigraphique de l'Avallohnais.

BATHONIEN inf.	{	* Calcaire marneux compact à <i>Morphoceras</i> (oolithe ferrugineuse à la Tour-de-Pré).	—
BAJOCIEN sup. 1 m à 3 m.	{	Calcaire marneux avec niveaux à oolites ferrugineuses à : — * <i>Perkinsonia neuffensis</i> , <i>P. cf. schloenbachi</i> , — * <i>P. parkinsoni</i> , — * <i>P. arietis</i> , <i>P. orbignyana</i> , — * <i>Garantia</i> , <i>Terebratula ventricosa</i> .	
moy.		p . (lacune p)	p p p
Inf.		Calcaire à Entroques à <i>Stephanoceras baylei</i> , » » <i>Witchellia</i> et <i>Sonninia fran-</i> » » <i>conica</i> ,	{ * 10 m à 15 m.
AALÉNIEN sup.		» » <i>Ludwig. cornu</i> .	
inf.		Argiles micacées,	
TOARCIEN	{	Marnes (et calcaires marneux) à * <i>Pseudogrammoceras</i> , <i>Hildoceras bifrons</i> . Schistes bitumineux et calcaire à ciment à <i>Dactyloce-</i> <i>ras annulatum</i> , <i>Harpoceras serpentinum</i> et Poissons.	{ 50 m à 70 m.
DOMÉRIEN sup. 5 m à 10 m.	{	Calcaires à <i>Gryphæa gigantea</i> , <i>Grammoceras</i> et marnes.	
moy. et inf. 60 m.	{	Marnes feuilletées ; à la base : <i>Amaltheus margaritatus</i> , * <i>Harpoceras pectinatum</i> , <i>Diademopsis</i> sp.	

	Alternance de marnes et de calcaire marneux à :
	— * <i>Oistoceras figulinum</i> ,
	— * <i>P. davæi</i> , <i>Ægoceras maculatum</i> ,
PLIENSBACHIEN	— * <i>Ægoceras maculatum</i> , <i>A. capricornu</i> , <i>A. latæcosta</i> ,
* 10 m.	— * <i>Beaniceras luridum</i> , <i>Liparoceras elegans</i> ,
	— * <i>Tropidoceras?</i> ou <i>Acanthopleuroceras?</i>
	— * <i>Deroceras venarense</i> , <i>Beaniceras centaurum</i> ,
	— * <i>Acanthopleuroceras valdani</i> , <i>A. maugenesti</i> ,
	— * <i>Uptonia jamesoni</i> ,
	— * <i>Platypleuroceras oblongum</i> , <i>P. brevispina</i> .
LOTHARINGIEN	* Calcaire marneux et marnes à <i>Oxynoticeras</i> , <i>Deroceras</i> .
2 m à 4 m ?	Calcaire à <i>Gryphæa cymbium</i> , <i>Asteroceras obtusum</i> .
	Calcaire à <i>Gryphæa arcuata</i> ,
	avec — * <i>Euagassicerias sauzeanum</i> , <i>Arnioceras</i> , <i>Metar-</i>
SINÉMURIEN	<i>nioceras</i> ,
5 m à 6 m.	silicifié — <i>Coroniceras</i> de grande taille et <i>Arnioceras</i> ,
	au S — * <i>Arnioceras</i> cf. <i>kridion</i> ,
	d'Avallon — * (<i>Schlotheimia catenata</i>).
	Marnes et calcaire noduleux (8 m) à :
	— <i>Schlotheimia angulata</i> ,
HETTANGIEN	localement — <i>Mactromya liasina</i> , <i>Ostrea sublamellosa</i> (zone
10 m à 15 m.	silicifié à <i>A. liasicus</i>).
	Marnes et Lumachelle (2 m à 6 m).
RHÉTIEN ?	Grès et silex à <i>Avicula contorta</i> (VÉLAIN).

CHAPITRE VI

L'AUXOIS

Au NE du Morvan, s'étend une région à la structure simple dont la morphologie reflète fidèlement la constitution géologique : c'est l'Auxois¹. Lorsqu'on vient du Morvan, en quittant le socle cristallin, on traverse d'abord une large région déprimée, appelée plaine de l'Auxois au S et « Terre plane »

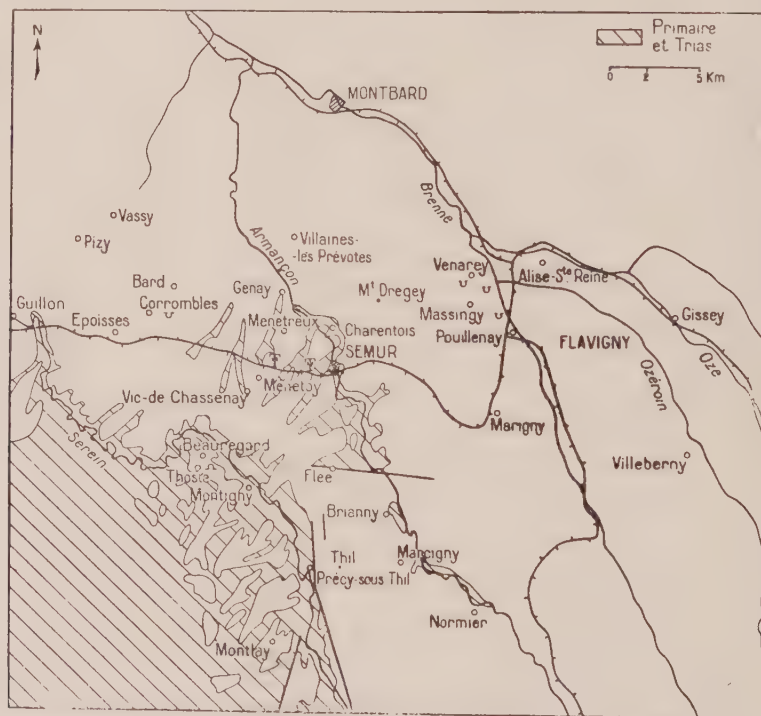


FIG. 24. — Carte des principaux affleurements de l'Auxois.

¹ Auxois, *Alisicensis pagus*, dont la capitale était Alésia, aujourd'hui Alise-Sainte-Reine, petit village au pied du Mont Auxois. Aujourd'hui la capitale de l'Auxois est Semur, ville qui a perdu récemment jusqu'à son titre de sous-préfecture, mais qui reste cependant le grand centre, le marché de la région.

à l'W¹ ; cette surface, légèrement inclinée vers le N, correspond à l'affleurement des calcaires du Lias inférieur ; quelques failles aux environs de Thil, redoublant les séries, viennent encore augmenter son étendue. Par des pentes douces, caractéristiques ici des terrains du Lias moyen et supérieur, on aborde ensuite le plateau des calcaires bajociens, dominant de 120 m à 150 m la plaine de l'Auxois. Cette sorte de barrière, qui limite au N et à l'E la zone déprimée du Lias inférieur, est profondément échancrée par les rivières conséquentes, qui se sont frayé un passage vers le N : le Serein, l'Armançon, la Brenne et leurs affluents. En outre, sur la bordure S, ce plateau sérieusement démantelé par l'érosion se réduit à une série de buttes-témoins qui s'élèvent au milieu de la plaine : celle de Thil très proche du Morvan ; au N de Semur, le Mont Dregey, et le Mont des Cras, célèbre par sa brèche quaternaire ; à 10 km à l'WNW, la Montagne de Bar-les-Epoisses.

Historique. — Depuis Buffon² et Guettard², il semble que l'Auxois ait toujours été l'objet de travaux géologiques détaillés ; de Bonnard² en 1825 avait déjà établi les principales divisions des terrains et l'on peut dire que Dufrénoy et Elie de Beaumont (1848, pp. 278-308, 332-384), dans les longues pages qu'ils réservent à la bordure NE du Morvan en 1848, se bornent le plus souvent à nous présenter les résultats de toute une première phase de recherches. Ils distinguent dans le Lias, au-dessus de l'Arkose : 1° les psammites quartziques (exploitées à Marcigny) ; 2° la Lumachelle, parfois chargée de grains de quartz et qui contient des couches de minéral de fer ; 3° des couches de transition (ces deux dernières formations sont la *Pierre blanche* des carriers) ; 4° le calcaire à Gryphées ou *Pierre bise* (localement il est sillifié) ; 5° les calcaires marneux durs à Ammonites et Bélemnites ; 6° au-dessus viennent des argiles feuilletées noirâtres et bitumineuses qui sont rattachées à l'Oolithe, malgré leurs affinités liasiques ; elles comprennent, d'après de Bonnard : une première série de marnes brunes riches en Bélemnites et Ammonites à la base et couronnées par des calcaires noduleux à grandes « *Gryphées cymbium* », *Belemnites bruguierianus* ; puis viennent les marnes bitumineuses à Posidonomyes, les couches de ciment romain et une deuxième série de marnes schisteuses brunes ; 7° au-dessus, les coteaux, formés par le calcaire à Entroques, se terminent avec les calcaires blanc jaunâtre marneux à *Ostrea acuminata* et *Park. parkinsoni*.

La deuxième étape de l'étude géologique de l'Auxois est dominée par le nom de Collenot (1873). Profitant des travaux de Martin (1859 *a*, 1859 *b*, 1863) sur l'Infra-lias, de ceux d'Everard sur Thoste, de la Légende explicative de Guillebot de Nerville (1867), et utilisant de nombreuses observations personnelles, il nous a donné une remarquable synthèse dans sa « description géologique » de l'Auxois qui est écrite avec une précision de détails peu habituelle pour l'époque ; pour bien des points je serai obligé de me référer à son travail. Collenot (1879) lui-même en a résumé l'essentiel à l'occasion de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Semur, puis il l'a complété dans une série de petites notes (1879, 1881, 1889).

Entre temps Terquem (1864) avait publié une stratigraphie des environs de Semur,

¹ Voir *supra*, p. 189, ch. V.

² Pour les ouvrages anciens, le lecteur voudra bien se reporter à la bibliographie donnée par Collenot en tête de son ouvrage (1873, p. 7-11).

où il insiste sur les niveaux marneux à Foraminifères. Un peu plus tard, Carrey (1875) décrit la zone à *Am. acanthus* du sommet du Lias moyen. Les deux éditions de la carte géologique (Avallon, 111) ¹ et les révisions des collaborateurs n'ont rien apporté de nouveau à la stratigraphie de Collenot. Très récemment l'Abbé Joly (1946) a donné la liste de quelques Ammonites provenant de la base du calcaire à Entroques.

Guidée par les données de Collenot et s'appuyant sur les affleurements encore visibles, ma description insistera sur l'Hettangien (18 coupes ou points d'observation) à cause des variations de faciès qu'il présente, et sur le Sinémurien (6 coupes) dont Semur a fourni le type ; pour cette raison, des coupes très détaillées seront données ; elles ont été prises au voisinage de la ville de Semur où le Lias inférieur affleure largement. Pour le reste du Lias et le Bajocien (10 coupes) je prendrai les coupes principales à l'E, dans la région de Vénarey et de Flavigny et, au N, à Montbard. Le Bajocien sera traité un peu longuement à cause de ses variations d'épaisseur.

Outre mes récoltes personnelles, j'ai consulté la riche collection du Musée de Semur où se trouvent les échantillons rassemblés par Collenot, Bréon etc. J'ai utilisé également la collection de la Faculté des Sciences de Dijon et celle de l'Abbé Joly, qui m'a guidé avec beaucoup d'obligeance dans la région de Flavigny.

RHÉTIEN

Il est généralement représenté par des grès, tantôt blancs et à grain fin, tantôt plus grossiers et ferrugineux.

1. Aux environs immédiats de Semur.

A environ 100 m au SSE de la ferme des Véronnes (750,75 × 277,3), autour d'un abreuvoir, j'ai ramassé quelques échantillons d'un grès blanc fin, en petites plaquettes, sur lesquelles on observe des tubes gréseux aplatis, entrecroisés, qu'on peut attribuer à des déjections de vers. Près de ce point la Société Géologique a recueilli en 1879 des empreintes d'Astéries. Collenot (1873, pp. 121-123), qui assista au creusement de nombreuses tranchées, indique un certain nombre de points où le Rhétien est connu et souvent fossilifère, mais il signale que cet étage manque localement autour de Semur (Cimetière de Semur, Rd de Cernant rive droite, chaume du Perthuisot...); il considère, contrairement à ce que pensent Vélain et d'autres, que la transgression rhétienne n'a pas dépassé beaucoup Semur vers l'W, cette remarque lui paraît importante car il y revient souvent ².

¹ Dans la légende de la Carte géologique, il s'est glissé deux petites inexactitudes : en Auxois (comme en Avallonnais) *Alsatites laqueus* se trouve à la base des calcaires marneux ou du foie de veau, et non dans la Lumachelle. *Deroceras davæi* se rencontre dans les marnes à Bélemnites et non dans les calcaires du Domérien supérieur, la seule forme qui lui ressemble un peu à ce niveau est *Caloceras acanthus* ; cette dernière inexactitude se retrouve dans Abrard (1930, p. 423), qui range en outre les marnes du Domérien inférieur dans le Pliensbachien.

² COLLENOT, 1873, p. 423 ; 1879, pp. 783-786 ; 1889, p. 44.

2. Région de Marcigny-sous-Thil.

A 300 m au S de la route nationale 70 et à environ 1,100 km à l'E de Marcigny-sous-Thil (755,7 × 267,7) dans les fouilles d'un poste d'écoute allemand, on observe un grès grossier feldspathique brun foncé, bien stratifié, renfermant des fossiles fragiles et mal conservés; un grès brun plus fin, en plaquettes, se rencontre dans le champ un peu au N; tous deux sont probablement rhétiens ¹.

Cette région de Normiers, Marcigny-sous-Thil, Brianny, Montigny-sur-Armançon est l'une des plus favorables pour l'étude du Rhétien : Martin (1859 *b*, pp. 23-25), Collenot (1873, pp. 113-121) en ont donné de nombreuses coupes; il s'agit de grès tantôt fins, tantôt plus grossiers, plus ou moins cimentés et accompagnés de marnes, localement très fossilifères : *Avicula contorta* PORTL., *Ostrea marcignana* MARTIN, *Cardium cloacinum* QUENST...

Le faciès bone-bed a été signalé seulement près de Normiers (Collenot, 1873, p. 115).

Comme on le voit, le Rhétien est essentiellement gréseux dans cette région; cependant, à Pouillenay, un sondage cité par Martin (1859 *b*, p. 10) et Collenot (1873, pp. 126-127) mentionne un petit banc calcaire noduleux, intercalé au milieu d'une série de marnes. On peut le rapprocher des calcaires marneux à *Avicula contorta* PORTL., rencontrés à Pouilly-en-Auxois lors de la percée d'un tunnel pour le canal de Bourgogne, et exploités comme calcaire à ciment; il semble qu'on s'éloigne un peu du rivage de la mer réthienne, ou, du moins, qu'on se trouve dans une zone calme où les boues calcaires pouvaient se déposer. Dans toute la région, cet étage a une épaisseur faible de 1 m à 5 m, quel que soit son faciès.

HETTANGIEN

Je décrirai d'abord le type simple de l'Hettangien des environs de Semur; nous verrons ensuite rapidement les modifications, imprégnations ferrugineuses, silicifications, qui affectent les dépôts de cet étage au voisinage du cristallin (Thoste-Beauregard, environs de Précy-sous-Thil).

1. **Environs de Semur.** — L'Hettangien comprend deux termes : à la base, la lumachelle très riche en fossiles; au sommet, un calcaire marneux compact apparemment peu fossilifère, appelé « Foie de veau » (cf. *infra*, p. 221).

1. **LA LUMACHELLE.** — On donne ce nom à un calcaire un peu marneux, gris bleuté en profondeur, souvent blanc jaunâtre en surface; il se présente en petits bancs d'épaisseur inférieure à 15 cm, séparés par des lits de marne

¹ A 300 m ou 400 m à l'W de ce point, dans une carrière près du Serein, M. Claude Bordet a recueilli de belles empreintes d'Astéries appartenant à deux espèces différentes.

noire feuilletée ; le calcaire est ordinairement pétri de fossiles, visibles tant à la surface des bancs que dans leur section.

Plusieurs terrassements me l'ont montré aux environs de Semur.

Immédiatement au S de la gare, des travaux, autour du réservoir d'eau S.N.C.F. (751,1 × 278,4), ont mis à jour quelques plaques de lumachelles à nombreuses *Ostrea sublamellosa* DUNK., *Macromya obscura* TERQ. et PIETTE, *M. arenacea* TERQ. Les déblais montraient aussi des marnes noires et micacées, une arkose granitique, et un calcaire assez marneux brun ou verdâtre, parfois caverneux avec quelques gros grains de quartz, passant à des grès grossiers.

Un peu au S, entre la ferme des Véronnes et la ferme de Saumaize, le sol du hangar d'un ancien four à chaux est constitué par un dallage naturel de bancs de lumachelle, à gros grains de quartz et de feldspath reposant sur un grès grossier (751,1 × 277,25).

Près du gisement classique de la ferme de Leurey ¹, aujourd'hui disparu, sur la route nationale 454 d'Avallon, dans la descente, à l'E du pont sur le Rû de Cernant (748,7-8 × 279,05), dans les déblais des travaux de réfection de la route, en automne 1945, j'ai pu recueillir de nombreux fossiles provenant de la Lumachelle et du Foie de veau.

Lumachelle :

Nautilus sp.

Ostrea sublamellosa DUNK., abondant.

Plagiostoma punctata Sow., abondant.

Ctenostreon tuberculatus TERQ.

Cardinia depressa QUENST., Jura, pl. 3, fig. 11.

Cardinia plana? AGASS., moule interne.

Cardinia infera? AGASS., moule interne.

Mytilus sp.

Spiriferina sp.

Pentacrinus psilonoti QUENST.

Cidaridé, radioles et plaques.

Foie de veau (cf. *infra*, p. 221) :

* *Schlotheimia* sp. : fragment voisin de *S. ventricosa* Sow. : WÄHNER, pl. 23, fig. 11 a-b, côtes plus infléchies en avant.

* *Alsatites laqueus* QUENST.

Un peu au S de ce point, dans la tranchée de la voie ferrée (cf. *infra*, p. 222), la lumachelle forme, pendant quelques mètres, la plateforme de la voie. On la retrouve dans les talus de la route près de Menetoy (747,1 × 277,7), où, au milieu de la Lumachelle typique, on observe un banc de 10 cm à 20 cm de calcaire blanc cristallin suboolithique et à débris.

Trois puits, situés entre Ménétreux et Genay, ont traversé également la lumachelle peu épaisse, réduite à 2 ou 3 bancs de calcaire au milieu de marnes noires finement micacées ; l'un de ces bancs était couvert de *Lima punctata* Sow. d'assez grande taille.

Un autre puits, situé plus au S, à 150 m au S de la route d'Avallon (vers 747,1 × 279,5), a rencontré un faciès un peu différent : ici encore les plaquettes calcaires

¹ La carte d'état-major porte *Leuret*, mais Martin et Collenot ont toujours écrit *Leurey*.

sont réduites, elles atteignent 5 cm au maximum, mais les marnes micacées assez développées sont fossilifères :

Spiriferina collenoti DESL., abondante.

Miocidaris martini COTTEAU, radioles et plaques.

Pentacrinus psilonoti QUENST.

Plicatula hettangiensis TERQ.

Plicatula cf. *hettangiensis* TERQ. : DUM. Inf., pl. 12, fig. 9.

Pecten pollux D'ORB.

Pecten thiollieri MARTIN.

Lima aff. *hausmanni* DUNK.

Ostrea sublamellosa DUNK.

?*Carpentieria heberti* TERQ.

Les bancs de base renferment des galets de gneiss et de silex. Mentionnons qu'au N de Grenay (747,9 × 282,6) j'ai récolté hors place *Alsatites liasicus* D'ORB.

Enfin à 12 km au S de Semur, à Flée, j'ai retrouvé l'Hettangien dans les déblais d'un puits :

Plicatula cf. *hettangiensis* TERQ. : DUM. Inf., pl. 12, fig. 9.

Plagiostoma cf. *hermanni* VOLTZ : GOLDF., pl. 100, fig. 5.

Lima succincta SCHLOTH., etc...

Et à l'E du village, dans une excavation en bordure de la route, on voit la partie inférieure de la lumachelle, localement riche en très gros grains de quartz, reposer sur le cristallin par 80 cm de calcaire brun sidérosique, emballant des débris très abondants de Gneiss granulitique et de schistes.

Ainsi je n'ai jamais pu observer de coupe complète de la lumachelle. Collenot (1879, p. 787) lui donne 2 m à 6 m et la rapporte avec une légère hésitation à la zone à *P. planorbe*. A vrai dire aucune Ammonite n'a été trouvée dans ces couches aux environs de Semur et c'est seulement parce que le foie de veau, qui lui est superposé, renferme à sa partie inférieure *Alsatites liasicus* D'ORB., qu'il date ainsi la lumachelle.

2. LE FOIE DE VEAU. — Ce terme assez expressif, employé par les carriers pour désigner une roche à pâte compacte, se brisant en éclats de forme conchoïdale, utilisée pour la fabrication de la chaux hydraulique, est passé depuis Martin (1859 a, p. 268) dans le vocabulaire géologique. C'est un calcaire marneux compact, gélif, à pâte très fine, jaunâtre, souvent moucheté sur les cassures de taches roussâtres rubanées ; cette roche semble généralement pauvre en fossiles ; cependant lorsqu'elle est soumise à une lente attaque par les agents atmosphériques, dans des conditions favorables, de nombreux petits fossiles calciteux apparaissent. Martin (1859 b, p. 16) indique encore que la roche « à pâte toujours si fine » peut parfois contenir « des débris organiques plus volumineux... et en quelques localités... de gros grains de quartz ».

Cette formation, présente dans les déblais des différents puits déjà cités p. 220 ainsi que dans les travaux de la route nationale 474 (p. 220), affleure aussi, dans des condi-

tions meilleures sous le Sinémurien, à la base de la coupe de la tranchée de la voie ferrée à l'E de la route de Vic-de-Chassenay (748,95 × 278,25).

Coupe au kilomètre 260,01 de haut en bas :

20 b. Calcaire à Gryphées en petits bancs. 1 m.

A leur base :

Coroniceras westphalicum LANGE var. *elegantula* LANGE, 1925, pl. 20, fig. 7).

* *Vermiceras (Metophioceras) cordieri* CANAV : WÄHNER, pl. 47, fig. 3, 1 ab.

20 a ? Deux bancs de calcaire légèrement cristallin, bleu au centre, gris violacé ou brunâtre près de la surface : 0,35 m.

* *Coroniceras haueri*? WÄHNER, pl. 46, fig. 12, jeune forme.

Microschiza clathrata TERQ.

* *Rhynchonella hungarica* J. BÖCK.

Polypiers, nombreuses grandes Cardinies.

19. Deux bancs d'un calcaire marneux gris bleuté, à taches brunes irrégulières, riche en coquilles de calcite, mises en relief par l'érosion : Cardinies. . . 0,30 m.

C'est à ces bancs que je rapporte une faune mieux conservée, récoltée sur des blocs éboulés dans le voisinage :

Schlotheimia cf. *angulata* SCHLOTH. cf. QUENST. Am., pl. 2, fig. 8, taille plus petite et une forme voisine à côtes plus nombreuses et tours plus hauts.

Cardium terquemi MARTIN. /

Leda heberti MARTIN.

Promathildia sinemuriensis MARTIN.

Promathildia semele D'ORB.

Exelissa grata TERQ.

Zygopleura (Katosira) carusensis D'ORB.

Procerithium quinquegranosum? COSSM.

Et autres petits Gastéropodes.

Montlivaultia sp.

18. Sous quelques centimètres de marnes : un banc de calcaire marneux (10 cm) identique à (19), perforé à la partie supérieure, renfermant des coquilles de Lamellibranches vers la base.

La coupe est ensuite masquée par le mur de soutènement, mais 60 cm plus bas, la plateforme de la voie est constituée par des dalles de Lumachelle; l'une de ces dalles est perforée.

La couche (20 b) est franchement sinémurienne, la couche (20 a ?) peut être considérée comme couche de passage au Sinémurien. Le foie de veau a donc environ 1 m d'épaisseur en ce point. Collenot (1879, p. 789) dit en effet que cette formation ne dépasse pas 2 m et il distingue :

1° A la base, une zone à *A. liasicus* D'ORB., moins gélive, renfermant en outre *A. collubratius* ZIETEN et *A. laqueus* QUENST.

2° Au sommet, une zone à *Schlotheimia angulata* SCHLOTH., riche en petits Gastéropodes (couche 19 de la coupe).

2. — *Région de Thoste et de Précy-sous-Thil.*

Hettangien à faciès ferrugineux ou siliceux. — Au S et au SE de Semur, particulièrement dans la région de Thoste, Montigny-Saint-Barthélémy et en général sur les bords du Serem, le type d'Hettangien que je viens de décrire présente des modifications. Fréquemment la roche devient ferrugineuse ou siliceuse, voire même les deux à la fois. L'étude de ces modifications a été faite avec grand détail par Collenot (1873, pp. 176-196) dans sa *Géologie de l'Auxois*.

A. PLATEAU DE THOSTE-MONTIGNY. — Le cas le plus complexe est celui de la région de Thoste : la lumachelle renferme des niveaux ferrugineux ; une silicification, plus ou moins complète, vient exagérer la modification. En quelques kilomètres, trois types de lumachelle modifiée se trouvent juxtaposés.

Dans la partie occidentale du plateau, la silification très poussée atteint tout l'Hettangien, y compris le minerai de fer, au point que celui-ci est inutilisable.

Dans la partie médiane (Mine de Thoste) le minerai à gangue argilo-calcaire ou légèrement siliceuse prend des types variés : la lumachelle non ferrugineuse qui encadre le minerai est encore siliceuse à l'W, elle ne l'est plus à l'E.

Dans la partie orientale (mine de Beauregard) : il n'y a plus trace de silification au niveau du minerai, qui est une oolithe ferrugineuse à gangue calcaire, plus ou moins hématisée.

Voici la coupe de l'entrée d'une galerie de mine inondée, encore visible à l'WSW de Beauregard (744 × 272,2) ; elle correspond à celle donnée par Collenot (1873, pp. 180-182) d'après Everard (1867, p. 28 bis) ; j'indiquerai entre crochets les numéros des bancs de ces auteurs.

22. Calcaire gris-bleu, à débris cristallins, dans un ciment un peu marneux, Gryphées arquées très abondantes dans la partie supérieure [62-59] : . . . 1,50 m

Coroniceras sp. du groupe de *C. bucklandi* Sow., fragment.

Arnioceras sp.

Cardinia sp.

20. Calcaire gris-bleu, à très fins débris cristallins, dans un ciment marneux, localement taches blanches ou gris clair [58-55 sommet] : . . . 0,50 m.

* *Coroniceras westphalicum* LANGE, 1925, pl. 20, fig. 4.

Cardinia sp., grande taille.

19? Calcaire gris clair ou brunâtre, assez cristallin, englobant de petits débris roulés ; les fossiles, notamment les *Cardinies*, ont leur test en barytine de substitution ; la roche a un aspect finement miroitant avec quelques fins cristaux de sidérose [55 base-53] . . . 0,40 m à 0,45 m.

18 c ? Calcaire gris clair, devenant brun en surface, d'aspect très spathique, mais en réalité formé d'une accumulation de débris de coquilles entrecroisés, nombreuses petites mouches de sidérose brun foncé [52] 0,20 m à 0,30 m.

18 b ? Calcaire gris ou brun clair, largement cristallin, formé de nombreux débris de coquilles à test mince (Huîtres ?); la base est une véritable lumachelle [51-50].
. 0,20 m à 0,30 m.

18 a ? Roche gris-brun tachant les doigts, formée de nombreux débris de coquilles roulés et en grande partie hématisés, associés à des oolithes ferrugineuses généralement aplaties et à des galets ferrugineux dans un ciment calcaire; au milieu du banc, petit délit schisteux [49-47] 0,60 m.

17 ? Argile marneuse feuilletée 0,10 m.

16 ? Banc compact, brun, à reflet bleuté, de même type que le précédent mais plus riche en oligiste; c'est le premier banc de minerai très riche et manganésifère [45].
. 0,25 m.

15 ? Minerai en 2 bancs séparés par un havage marneux; les débris de coquilles hématisés brun foncé à reflet violacé sont surtout des fragments de Lamellibranches à test mince, Huîtres, etc...; les oolithes ferrugineuses sont généralement aplaties [44-41] 0,90 m.

14 ? Minerai identique, moins riche en fer et en débris de coquilles [39], visible sur 0,20 m; le banc aurait au total 0,75 m.

La partie inférieure est noyée; elle comprend, d'après Everard, une alternance sur 3 m d'argile et de calcaire marneux lumachelle; en dessous viennent des argiles et des grès (Trias).

La couche (22) est franchement sinémurienne; (20) représente l'extrême base du Sinémurien et le sommet de l'Hettangien (?), car sa base renfermerait d'après Collenot et Everard quelques fossiles de la zone à *S. angulata*; les autres couches sont hettangiennes.

Cayeux ¹ a étudié en détail la *péetrographie de ce minerai*, apparemment oolithique, mais de structure grossière. Il est en réalité formé essentiellement de débris d'organismes plus ou moins roulés, encroûtés d'hématite et souvent profondément épigénisés par ce minéral. Les Echinodermes et les Mollusques sont les mieux représentés; il y a aussi quelques Brachiopodes, des radioles d'Oursins, de rares Foraminifères et de nombreuses Algues perforantes. Les oolithes ferrugineuses vraies sont petites et très peu nombreuses; les fausses oolithes, au contraire, résultant de l'usure prolongée des débris organiques, abondent partout et sont profondément hématisées. Certains éléments montrent plusieurs incrustations successives d'hématite, indiquant qu'ils ont été plusieurs fois remaniés; le dépôt s'est donc fait dans des conditions très agitées, pourtant le quartz clastique manque complètement. Le ciment du minerai dans son état actuel est calcaire.

La faune de Beauregard, classique dans les collections, comprend de nombreux Lamellibranches, en particulier des Cardinies à test en hématite, et des

¹ 1922, pp. 7-32, pl. 2, fig. 2, pl. 3, fig. 4, pl. 4, fig. 9.

Gastéropodes. Les Ammonites sont rares, on ne signale que *Caloceras tortile* D'ORB. Cette forme est propre au gisement de Beauregard et n'a pas été citée ailleurs, à ma connaissance ; ses affinités la placeraient plutôt dans l'horizon à *P. johnstoni* ou dans l'Hettangien moyen. Le Musée de Semur possède aussi une *Schlotheimia* du groupe de *S. angulata* SCHLOTH. à gangue ferrugineuse qui porte l'indication « partie supérieure du minerai ». On considère d'ordinaire ce minerai comme appartenant à la zone à *P. planorbe* ; cette *Schlotheimia* montre qu'il est en partie plus récent. Il débute sans doute au sommet de l'Hettangien inférieur et se poursuit pendant l'Hettangien moyen et supérieur. A Beauregard d'ailleurs le foie de veau est très réduit et difficile à caractériser, Collenot lui-même le faisait déjà remarquer.

Par ailleurs la lumachelle n'a pas la même faune ici qu'à Semur, la plupart des formes citées dans une région ne se retrouvent pas dans l'autre. Les deux formations ne sont peut-être pas exactement contemporaines.

B. RÉGION DE VIC-SOUS-THIL. — La lumachelle se présente ici sous un aspect un peu différent de celui qu'elle offre à Semur ; c'est une roche gris-bleu, légèrement brunâtre, caverneuse, très finement scintillante au soleil parce qu'elle renferme de petits grains de quartz. Certains bancs renferment des éléments détritiques de plus grande taille et passent à des arkoses à ciment calcaire.

Cette roche peut s'observer au S de Précy-sous-Thil, le long de l'ancien tracé de la route nationale 80 (748,05 × 266,3) ; une ancienne carrière montre cette lumachelle caverneuse et grossière sur 2 m ; elle est recouverte par un calcaire marneux gris brunâtre à mouchetures brun foncé, de type foie de veau ; ce calcaire alterne avec des marnes et renferme vers sa base un lit de galets perforés.

Une coupe complète de l'Hettangien est visible à 1,500 km au S de ce point, dans la tranchée de l'ancien chemin de fer départemental, le long de la route nationale 80, entre la halte de Vic-sous-Thil et la route de Juillenay (747,4 × 264,7). De haut en bas :

21. Calcaire à Gryphées ; sa base est un calcaire bleu à petits débris cristallins renfermant de nombreuses Cardinies et * *Coroniceras rotiforme* Sow. : WÄHNER, pl. 50, fig. 1 et 5 ab visible sur 2 m.
----- surface perforée.

19^p Calcaire brun cristallin, à grain fin, se débitant en plaquettes, il contient de petites oolites (?) brunes 0,20 m à 0,25 m.

18. Banc de calcaire marneux gris, avec taches brun-roux irrégulières, de type foie de veau : * *Schlotheimia* cf. *extranodosa* WÄHNER, pl. 20, fig. 10-11. 0,15 m.

17. Marnes bleu verdâtre, brunissant à l'air, petites concrétions blanches dans la masse et quelques lits de calcaire rognonneux ou grumeleux jaune brunâtre.
. 0,80 m à 1 m.

16. Calcaire marneux, brun à jaune-gris, de type foie de veau ; sa partie moyenne, riche en oolites ou débris roulés ferrugineux dans un ciment de calcaire brun, forme une petite couche de minerai de fer de 5 cm à 10 cm . . 0,20 m à 0,30 m.

15. Marnes bleu verdâtre avec lits de calcaire marneux brun graveleux . . . 1 m.
 ----- surface irrégulière perforée, Huitres fixées.

14 b. Calcaire marneux, gris-bleu à ocre, avec nombreux débris de coquilles.
 0,20 m à 0,25 m.

14 a. La coupe est alors en partie masquée par la végétation; mais 1 m plus bas, on retrouve des marnes et un banc de calcaire marneux à grain fin et taches brun foncé.

13. Lumachelle caverneuse (du type décrit p. 225), son épaisseur totale peut être estimée à 2 m environ visible sur 1,60 m.

12 ? A hauteur de l'embranchement de la route de Juillénay, dans le talus E de la route, on voit le banc inférieur de la Lumachelle caverneuse reposer par 1 cm à 2 cm de grès fin sur :

0. Le granite.

La couche (21) représente évidemment le Sinémurien avec, à sa base la zone à *C. rotiforme*. Les couches (19 ?-15 ?) appartiennent au foie de veau; la *Schlotheimia* récoltée semble ne pas appartenir à la partie tout à fait supérieure de l'Hettangien; elle serait d'après Wähner un peu plus ancienne que *Schlotheimia angulata* typique; la surface perforée du sommet de la couche (19 ?) pourrait confirmer cette manière de voir.

L'oolithe ferrugineuse de la couche (16) a été signalée et exploitée dans la région (Collenot, 1873, pp. 194-195; Dufrenoy et Élie de Beaumont, 1848, p. 300); son épaisseur était de 0,25 m à Lacour-d'Arcenay, 0,85 m à Montlay. Ici comme à Beauregard, elle est formée de nombreux débris de Crinoïdes, de calcaire perforé par les Algues et de débris de test de Mollusques très inégalement hématisés; mais les oolites vraies sont plus nombreuses qu'à Beauregard, elles ont souvent un gros nucléus; certaines sont très profondément hématisées, d'autres ne le sont que superficiellement et l'on voit la densité de l'imprégnation ferrugineuse diminuer de la périphérie au centre; plusieurs débris portent un double liseré brun. Tout ceci indique que l'hématisation s'est faite au moins en deux fois; le ciment du minerai est calcaire ¹.

La Lumachelle (13,12) repose directement sur le granite; le Réthien est inconnu en ce point.

Au total cet Hettangien du S de l'Auxois est plus varié et plus complexe que celui des environs de Semur. Il apparaît plus détritique (fin sable quartzueux dans la lumachelle — oolithe et débris de coquilles hématisés dans les minerais de fer — surfaces perforées plus nombreuses). Ces faits semblent indiquer une instabilité plus grande dans les conditions de dépôts, des courants sous-marins et probablement une plus grande proximité des régions émergées.

¹ Le minerai de fer de Bierre-les-Semur à 6 km au N, décrit par Cayeux (1922, pp. 32-34, pl. 3, fig. 12) est assez différent par son ciment d'hématite, l'absence d'oolithes vraies, la présence presque uniquement de débris de Crinoïdes. L'allure de ces couches à Oolithes ferrugineuses varie donc très rapidement.

SINÉMURIEN

On sait que *d'Orbigny a pris à Semur le type du Sinémurien*. Bien que les bons affleurements soient de plus en plus rares, quelques bonnes coupes permettent encore des observations détaillées (fig. 25).

1. — *Tranchée au S de la ferme de Leurey.*

À l'W de Semur, dans la tranchée de la voie ferrée d'Avallon, à l'E du passage à niveau de la route de Vie-de-Chassenay entre les km 259,7 et 260,1 de la voie ferrée (748,9 × 278,2).

De haut en bas : au km 259,9.

24. Calcaire gris-bleu, un peu cristallin, à nombreux débris : plusieurs bancs inaccessibles.

23 c. Calcaire identique; fossiles à patine brune 0,35 m.

Partie supérieure : * *Metarnioceras* cf. *pellati* DUM.

Partie inférieure : * *Euagassicerias sauzeanum* D'ORB.

Arnioceras sp.

23 b. Banc de calcaire plus compact, en saillie 0,15 m.

* *Agassicerias* (*Ætomoceras*) *scipionianum* D'ORB.

23 a. Trois bancs de calcaire irrégulier, séparés par des marnes à Gryphées.

. 0,80 m.

22 e. Banc compact à surface supérieure très régulière, surmontant de petits bancs très irréguliers : 0,40 m.

Gryphæa arcuata LMK., abondante.

* *Coroniceras* aff. *sinemuriense* D'ORB. : QUENST. Am., pl. 11, fig. 18.

* *Coroniceras* sp.

Coroniceras sp. cf. *Am. bucklandi* Sow. : WRIGHT, pl. 1, fig. 1-2, cloison beaucoup moins découpée.

22 d. Banc de calcaire compact : 0,15 m.

* *Arnioceras arnouldi* DUM.

* *Arnioceras ceratitoides* QUENST. : SCHMIDT, 1914, pl. 6, fig. 9.

* *Arnioceras* cf. *ceratitoides* QUENST. : SCHMIDT, 1914, pl. 4, fig. 11.

Rhynchonella deffneri OPP.

22 c. Trois ou quatre bancs irréguliers à Gryphées nombreuses.

. 0,50 m à 0,60 m.

* Gros *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow.

22 b. Banc compact et régulier : 0,15 m.

* *Coroniceras* (*Megarietites*) *meridionale* REYNÈS Mon., pl. 22, fig. 1-2.

* *Arnioceras densicosta*? QUENST. Am., pl. 13, fig. 7.

* *Arnioceras* cf. *kridioides* HYATT, pl. 2, fig. 28; accroissement plus rapide.

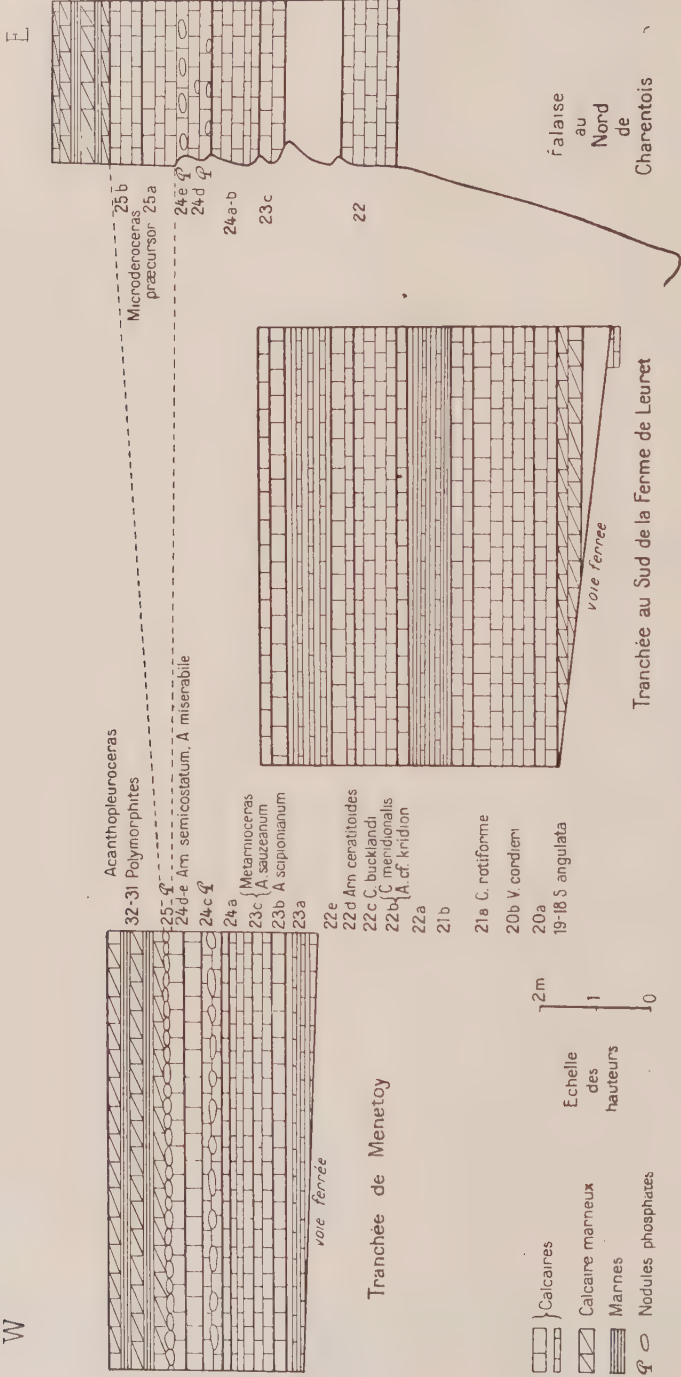


Fig. 23. — Coupes du Sinémurien de Semur, type de l'étage.

* *Arnioceras* sp., intermédiaire entre *A. kridioides* HYATT et *A. kridion* QUENST. Am., pl. 11, fig. 7.

* *Lytoceras* (?) *circumdatum* MARTIN in REYNÈS Mon., pl. 28, fig. 20-21.

Cardinia sp., grande taille.

A la base : *Schlotheimia* (*Charmasseiceras*) sp.

22 a. Calcaire en bancs très irréguliers séparés par des marnes feuilletées ; certains bancs ont une couleur bleu plus clair et montrent en section des sortes de tubulures verticales bleu plus foncé, assez nombreuses Gryphées 0,80 m.

21 b. Deux bancs épais de calcaire bleu, cristallin, avec traînées de débris de coquilles faisant des bandes plus foncées dans la roche 0,40 m.

21 a. Calcaire gris noirâtre assez cristallin, fossiles à test de calcite jaunâtre :
 0,70 m.

Coroniceras rotiforme Sow., grande taille, fragment.

Coroniceras sp., petite taille.

Plagiostoma gigantea Sow., nombreux exemplaires de grande taille.

La fin de la coupe peut s'observer soit à l'W, près de la maison de la garde-barrière, soit à l'E au point où j'ai décrit l'Hettangien.

20 b. Calcaire gris-bleu à brunâtre, finement cristallin : 0,35 m.

* *Vermiceras* (*Metophioceras*) *cordieri* CANAV. : WÄHNER, pl. 47, fig. 3, 1 ab.

* *Coroniceras westphalicum* LANGE var. *elegantula* LANGE, 1925, pl. 20, fig. 7.

Schlotheimia (*Charmasseiceras*?) sp., fragment.

Cardinia pl. sp., grande taille.

20 a. Calcaire un peu cristallin, bleu devenant gris violacé en surface, nombreuses sections de coquilles : 0,35 m.

* *Coroniceras haueri*? WÄHNER, pl. 46, fig. 12, jeune forme.

* *Rhynchonella hungarica* J. BÖCKH.

* *Microschiza clathrata* TERQ.

Polypiers et grandes *Cardinies*.

19. Calcaire marneux du foie de veau à *Schlotheimia angulata* SCHLOTH.

Cette coupe nous donne un Sinémurien à peu près complet :

zone à *C. rotiforme* : (20 a, 20 b) horizon à *Vermiceras*, (21 a, 21 b) horizon à *C. rotiforme* ;

zone à *C. bucklandi* (22 a-c) et la base de la zone à *A. semicostatum* (23 a-c) ; seule la partie tout à fait supérieure manque, on peut l'observer à l'W, le long de la même voie ferrée, près du pont de la route de Ménétreux à Menetoy.

2. — Coupe de la tranchée de la voie ferrée au N de Menetoy.

Entre les km 258,2 et 258,3 (747,2 × 278,35) :

32-31. Calcaire marneux blanchâtre et marnes sèches feuilletées ; fossiles à patine rouille : 1 m.

Acanthopleuroceras valdani D'ORB.

Polymorphites sp.

Acanthopleuroceras du groupe de *A. maugenesi* D'ORB.

Tragophylloceras ibex QUENST.

Bêlemnites du groupe de *B. clavatus* STAHL., nombreuses.

25. Rognons phosphatés blancs, emballés dans une couche d'argile brune plus ou moins ferrugineuse : 0,20 m.

Asteroceras stellare Sow. : WRIGHT, pl. 22, fig. 1-2.

Epophioceras cf. *landrioti*? D'ORB., fragment conforme à DUM. L. inf., pl. 23, fig. 1-2 sans tenir compte de la réduction.

Gryphæa cymbium LMK.

Spiriferina walcotti Sow.

24 c. Calcaire gris violacé, cristallin, à nombreuses mouchetures plus foncées, nodules blanc jaunâtre, phosphatés, se perdant dans la roche; fossiles souvent phosphatés, tantôt blanc pulvérulent, tantôt à patine noire sous le test : . . . 0,10 m à 0,15 m.

Arnioceras pl. sp.

* *Metarnioceras*? sp.

Gryphæa cymbium LMK., petite taille.

Cardinia hybrida Sow.

Cardinia listeri Sow.

24 d. Gros banc de calcaire compact cristallin, gris-bleu : . . . 0,25 m à 0,30 m.

* *Arnioceras* aff. *semicostatum* Y. et B. : HYATT, pl. 2, fig. 16.

* *Arnioceras miserabile* QUENST. Am. pl. 13, fig. 27-30.

* *Schlotheimia sulcata* J. BUCKMAN Pal. Univ., 39 T.2.

* *Schlotheimia* cf. *lacunata* J. BUCKMAN Pal. Univ., 78.

* *Schlotheimia miscella* OPP. Pal. Univ., 39 T.1.

Pararnioceras? sp.

24 c. Calcaire marneux, à concrétions phosphatées et ferrugineuses, surmontant un banc calcaire compact identique à 24 d, moins fossilifère. . . 0,40 m à 0,50 m.

24 a. Banc de calcaire bleu clair à violacé, entre deux lits de marnes schisteuses, nombreuses concrétions phosphatées : 0,25 m.

Coroniceras cf. *gaudryi* REYNÈS, intermédiaire entre REYNÈS Mon., pl. 22, fig. 4-5 et HYATT, pl. 6, fig. 14.

Arnioceras sp. (moules phosphatés).

23 c. Calcaire plus compact; vers le bas fossiles à patine brune : . . . 0,40 m.

* *Euagassicerias sauzeanum* D'ORB.

* *Metarnioceras* sp.

Coroniceras cf. *bucklandi* Sow.

23 b. Calcaire bleu cristallin, très compact; fossiles à test en calcite sidérosique (?) rouge orangé : 0,20 m.

* *Agassicerias* (*Ætomoceras*) *scipionianum* D'ORB. et formes voisines.

Nautilus sp.

Cardinia sp.

Pecten hehli D'ORB.

Marnes feuilletées granuleuses, à petites Gryphées 0,05 à 0,10 m.

23 a. Calcaire compact : *Arnioceras* sp. 0,60 m.

La couche (32-31) appartient déjà au Pliensbachien. Le Lotharingien est très peu épais, réduit à la couche phosphatée (25). Peut-être pourrait-on encore lui rapporter la couche (24 c), qui contient déjà des nodules phosphatés et renferme une faune nouvelle d'*Arnioceras*. Mais les couches (24 d-24 c), avec leurs nombreux *Arnioceras* des groupes de *A. miserabile* QUENST. et *A. semicostatum* Y. et B. appartiennent au Sinémurien supérieur. Un peu plus bas viennent les niveaux classiques à *E. sauzeanum* D'ORB., puis à *Æ. scipionianum* D'ORB. dans leur ordre normal

3. — *Carrière de Corrombles.*

Une petite carrière, peu profonde, située à l'E de Corrombles, vers 741,4 × 281,5, permet d'enrichir les récoltes des bancs (23 c) à (24 d).

Outre les formes déjà citées :

24 d. Calcaire bleu violacé très compact, finement cristallin : 0,30 m.

Belemnites oxynoti QUENST.

* *Arnioceras acutidorsale* HYATT., pl. 2, fig. 4-6 (*A. miserabile* var. *acutidorsale*).

* *Arnioceras semicostatum* Y. et B. : HYATT, pl. 2, fig. 10, 16, 11, fréquent.

* *Arnioceras* sp. = *A. aff. semicostatum* Y. et B. : LANGE, 1925, pl. 19, fig. 1.

24 c. Niveau de concrétions ferrugineuses. 0,05 m.

24 b. Calcaire identique à 24 d : 0,60 m.

* *Arnioceras* cf. *miserabile* QUENST.

* *Agassiceras striaries* QUENST.

24 a. Calcaire bleu plus clair, souvent taché de rouille, passant à des marnes feuilletées, nombreux nodules phosphatés : 0,20 m.

* *Pararnioceras* sp. = *Am. bisulcatus* WRIGHT, pl. 4.

* *Arietites falsani* DUM.

* *Arnioceras munitum* FUC.

23 c. Calcaire bleu cristallin, compact, à fossiles à patine brune : 0,50 m.

* *Arnioceras falcaries* QUENST. Am., pl. 13, fig. 13.

* *Euaassiceras* cf. *sauzeanum* D'ORB. cf. HYATT, pl. 6, fig. 8.

* *Metarnioceras subpellati* SPATH.

* *Metarnioceras* (?) cf. *sheppardi* SPATH, carène très marquée, côtes très fortes.

* *Euaassiceras spinaries* QUENST.

Coroniceras sp., grande taille.

4. — *Genay.*

Au NW de Genay, sur la route de Chevigny, dans la montée de la rive droite de l'Armançon, les talus de la route et de petites carrières temporaires permettraient aussi une coupe détaillée (748-748,1 × 282,7-8); la fouille pour l'implantation d'un

poteau électrique a ramené la lumachelle; 3 m de marnes et calcaire marneux du type foie de veau sont ensuite plus ou moins visibles dans les talus de la route; une petite carrière montre alors 2,50 m de calcaire à Gryphées du Sinémurien avec *Coroniceras* et de nombreux *Arnioceras* pl. sp. Enfin peu avant d'atteindre le plateau, qui correspond sensiblement à la surface supérieure du Sinémurien, soit environ 6 m ou 7 m au-dessus de la base de l'étage, le talus de la route m'a donné une bonne faune de l'horizon à *Eu. sauzeanum*.

* *Euagassicerias* cf. *sauzeanum* D'ORB. : WRIGHT, pl. 8, fig. 4.

* *Euagassicerias* cf. *sauzeanum* D'ORB. : HYATT, pl. 6, fig. 12, 5.

* *Euagassicerias striaries* QUENST. Jura, pl. 8, fig. 5.

* *Euagassicerias* aff. *striaries* QUENST. passant à *E. sauzeanum* D'ORB.

5. — *Falaise de Charentois.*

Au N du village de Charentois, le long de la falaise naturelle, qui domine pendant 500 m les prés bordant l'Armançon (750,5 × 281), on peut relever encore une bonne coupe du Sinémurien, moins étendue cependant que du temps de Collenot (1873, pp. 228-229). Je la décrirai brièvement en schématisant car, la partie supérieure mise à part, elle est comparable aux coupes déjà données.

35. Calcaire marneux gris blanchâtre et marnes; vers 8 m à 10 m de la base : *Ægoceras* pl. sp., *Liparoceras* sp., *Zeilleria numismalis* LMK

----- surface perforée, perforations remplies de marnes du Lias moyen (cf. Collenot, 1873, p. 227).

25 b. Calcaire brun compact, se débitant en esquilles conchoïdales; nombreux nodules ferrugineux souvent pulvérulents, venant probablement de l'oxydation de concrétions pyriteuses 0,60 m.

A la partie supérieure : * *Microderoceras præcursor* GEYER, 1886, pl. 4, fig. 1 a-b, côté ventral en apparence lisse.

* *Microderoceras* sp.

Rhynchonella du groupe de *R. deffneri* OPP.

Plus bas : * *Microderoceras* cf. *præcursor* GEYER, 1886, pl. 3, fig. 27 ab.

Arnioceras sp.

25 a. Calcaire identique au précédent : 0,60 m.

Arnioceras sp.

24 c. Banc en retrait de calcaire brun violacé avec quelques nodules phosphatés :

Arnioceras sp. : : 0,20 m.

24 d. Calcaire compact bleu un peu violacé : 0,40 m.

Vers la base :

* *Arnioceras semicostatum* Y. et B. var. A. de HYATT, pl. 2, fig. 10-11.

Arnioceras du groupe de *A. semicostatum* Y. et B.

Puis nous retrouvons comme dans les coupes précédentes : un ou deux niveaux de calcaire plus marneux à fossiles phosphatés (24 b) :

- * *Arnioceras* cf. *arnouldi* DUM. L. Inf., pl. 6, fig. 5-6.
- * *Arnioceras geometricum* OPP. : DUM. L. Inf., pl. 7, fig. 4-5.
- * *Arnioceras* sp.; flancs bombés, côtes tranchantes à profil élevé, cf. HYATT, pl. 2, fig. 11, côtes plus nombreuses, sillons et carènes nets.

Et un peu plus bas (24 a) : *Arietites* cf. *falsani* DUM.

A 1 m environ de la base de (24 d), le niveau à fossiles à patine brune (23 c) :

- * *Eugassicerias sauzeanum* D'ORB. et nombreuses formes voisines.
- * *Metarnioceras* sp. (*Am. tardecrescens*, non HAUER, HYATT, pl. 2, fig. 19).
- * *Metarnioceras* (?) sp. à carène très affaiblie.

Enfin entre 2 m et 2,50 m sous la base de (24 d), on récolte de gros *Coroniceras* (22) : * *C.* aff. *sinemuriense* : cf. *Am. bucklandi* QUENST. Am., pl. 11, fig. 2.

Pour sa partie inférieure, cette coupe peut être parallélisée aisément avec celles déjà décrites. On est guidé pour cela par les caractères lithologiques des bancs (niveaux à nodules phosphatés, banc en retrait ou en surplomb, fossiles à patine brune); la paléontologie confirme les équivalences lithologiques.

La partie supérieure de la coupe, par contre, nous montre un Lotharingien un peu plus développé (1,20 m à 1,50 m) qu'au S de Semur (0,50 m), les bancs (25 a, 25 b) appartiennent en effet à cet étage. Outre les *Microderoceras* cités, les collections du Musée de Semur possèdent *Microderoceras birchi* SOW., *M.* (?) *bochari* REYNÈS venant du pont de Chevigny, situé à 700 m à l'W de notre coupe.

Plus à l'E, dans la vallée de la Brenne, le calcaire à Gryphées a été signalé par Collenot (1873, p. 227) à la base des carrières de calcaire à ciment : Carrière Lacordaire entre Vénarey et Pouillenay; j'ai recueilli en effet dans les déblais *Microderoceras* sp. Il affleure plus largement à Marigny-le-Cahouet, à 300 m au S de l'Eglise, le long d'un ruisseau, à l'W du lavoir, sous forme de calcaire bleu avec quelques nodules phosphatés et de nombreux *Arnioceras*. Cet affleurement n'est pas indiqué sur la feuille d'Avallon.

Résumé. — Le Sinémurien de l'Auxois, bien que peu épais (6 m), est suffisamment fossilifère pour qu'on puisse y établir un série d'horizons paléontologiques.

A la base, une zone à *C. rotiforme*¹, où les grands Lamellibranches (*Pinna*, *Cardinies*) sont nombreux, montre un calcaire encore un peu marneux, à cassure plus conchoïdale que les suivantes. La partie inférieure est caractérisée par les *Vermiceras* peu tuberculés (20), au-dessus seulement vient *Coroniceras rotiforme* SOW. fortement tuberculé (21).

La zone moyenne, avec ses bancs souvent irréguliers, est très riche en Gryphées, en gros *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* SOW. et en *Arnioceras*; on peut établir la série suivante, de bas en haut :

¹ Collenot (1873, p. 226) prend comme indice de cette zone : *Am. scipionianus* D'ORB., forme que j'ai rencontrée seulement à un niveau plus élevé (23); les autres Ammonites qu'il cite, pp. 235-236, appartiennent au groupe des *Vermiceras* ou de *Coroniceras rotiforme* SOW.

1° *Arnioceras* du groupe de *A. kridion* ZIETEN, *Megarietites meridionalis* REYNÈS.

2° *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow.

3° Nombreux *Arnioceras* du groupe de *A. ceratitoides* QUENST.

La zone supérieure à *A. semicostatum* débute avec les bancs à *Elomoceras scipionianum* D'ORB. (23 b) puis à *Euagassicerus sauzeanum* D'ORB. (23 c). Ensuite viennent les *Arnioceras* des groupes de *A. geometricum* OPP., *A. munitum* FUCINI, *Arietites falsani* DUM., puis dans les bancs (24 a-24 d) de nombreux *Arnioceras* à tours internes longtemps lisses : *A. misérable* QUENST. et formes du groupe d'*Am. semicostatum* Y. et B.

Le Lotharingien, lui, est très réduit : 0,40 m au S de Semur, 1,50 m au N. Les bancs calcaires appartiennent uniquement à la zone à *Microderoceras birchi* ; les concrétions phosphatées renferment les fossiles des autres zones : *Asteroceras stellare* Sow. (tranchée de la voie ferrée à Menetoy) *Echioceras raricostatum* ZIETEN (Montigny-sur-Armançon, Musée de Semur). Ces concrétions phosphatées ont été activement exploitées autrefois comme engrais : Epoisses, Menetoy..... Collenot (1873, pp. 226-228) avait déjà remarqué l'absence de couches supérieures et indiqué qu'elles étaient bien développées autour de Vitteaux.

PLIENSBACHIEN

1. **Région de Semur.** — Nous avons déjà mentionné la présence du Pliensbachien au sommet de la tranchée de Menetoy (p. 229) ; le détail des couches (31-32) s'établit ainsi :

32. Calcaire marneux blanchâtre, fossiles à patine brun-rouge : 0,15 m.

Acanthopleuroceras gr. *maugenesti* D'ORB.

A. valdani D'ORB.

Tragophylloceras ibex QUENST.

T. numismale QUENST.

31. Marnes feuilletées riches en petites Bélemnites du groupe de *B. clavatus* STAHL, encadrant 2 bancs de calcaires marneux à mauvaises empreintes de *Polymorphites* sp.

A la base, de grandes Bélemnites 0,75 m.

Ce même calcaire marneux se rencontre dans les champs au S de Grenay.

2. **Région de Vénarey-Pouillenay.** — Le Pliensbachien formait la partie inférieure (7 m environ) des anciennes carrières de calcaire à ciment qui sont aujourd'hui comblées ou envahies par l'eau. Une seule exploitation, située à environ 1 km au N de Pouillenay, près du canal, permet encore quelques observations (759,8 × 281,6 à 7) :

38. Calcaire marneux gris clair et marnes : 4 m.

Quelques Ammonites pyriteuses ou limoniteuses très déformées .

Amaltheus margaritatus MONTF., *Belemnites clavatus* STAHL.

36. Calcaire marneux gris bleuté assez foncé et délits marneux : . . . 0,15 m.
Très nombreux *Ægoceras* (*Androgynoceras*) sp.

Prodactylioceras davœi Sow.

35 b. Calcaire marneux dur, un peu pyriteux, et marnes sèches : . . . 0,50 m.
Ægoceras (*Androgynoceras*) sp.

35 a. Marnes noires compactes, nombreuses Ammonites pyriteuses altérées en limonite et tombant en poussière : . . . 0,25 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) sp. ?

Zeilleria numismalis LMK.

34 ? Calcaire marneux puis marnes riches en Bélemnites : . . . 1 m.

B. apicicurvatus BLAINV., *B. umbilicatus* BLAINV., *B. carinatus* HEHL.

33. Marnes et calcaire marneux : . . . 1 m.

Lytoceras sp., *Zeilleria* sp.

Vers la base : quelques mauvaises Ammonites pyriteuses :

Beaniceras sp. (?) (*B. centaurus* D'ORB. ? ?).

A 250 m au N, à peu près à la même altitude que la couche (33) et probablement à un niveau stratigraphique légèrement inférieur, sans qu'il soit possible de le préciser, les affleurements n'étant pas continus :

32 b. Un lit de calcaire marneux gris m'a livré une riche faune d'Ammonites à tours internes en calcite, avec test et surface cloisonnaire en pyrite et tours externes en calcaire marneux :

* *Acanthopleuroceras stahli* OPP., 1853, pl. 3, fig. 2, abondant.

* *Acanthopleuroceras arietiforme* OPP., 1853, pl. 1, fig. 7-9.

* *Tropidoceras* cf. *alisiense* REYNÈS : HAUG, 1884, pl. 13, fig. 1, ornementation à peu près identique à la même taille, mais plus radiale et comparable à *A. arietiforme* OPP. à une taille plus grande.

32 a. Marnes et calcaires marneux . . . visible sur 0,50 m.

Collenot (1873, pp. 258-260) attribue 10 m à l'ensemble de ce Pliensbachien et le divise en 4 zones :

4. Zone à *P. davœi*, très nette dans notre coupe : couche (36).

3. Zone à *A. henleyi* : probablement couches (35 ab et 34).

2. Zone à *D. venarensense* et *A. alisiensis* : peut-être nos couches (33 et 32 ab).

1. Zone à *A. valdani*, sans doute non visible.

La couche (38) appartient au Domérien inférieur (zone à *Am. margaritatus*).

DOMÉRIEN INFÉRIEUR

Les carrières de calcaire à ciment déjà citées p. 234, exploitaient dans leur moitié supérieure, des marnes plus ou moins micacées renfermant quelques bancs de calcaire très marneux; elles correspondent à la couche (38). Dans les parties des carrières non envahies par l'eau, il est possible de recueillir :

Amaltheus margaritatus MONTF. abondant en certains bancs.

« *Harpoceras* » sp.

Les fondations du mur S du cimetière de Vénarey (758,3 × 284,2, extension de 1939) m'ont livré une faune pyriteuse du même niveau et en outre *Belemnites (Hastites) clavatus* STAHL., *Rhynchonella* sp.

Une grande carrière en exploitation sur la route de Vénarey à Massingy (757 × 284,45) montre 13 m de marnes gris bleuâtre très micacées renfermant de rares bancs ou alignements de plaquettes calcaires, l'un de ces bancs, vers la base, présente la structure cone-in-cone (ce que Collenot appelait d'une façon très imagée la disposition en clous de souliers); les fossiles sont rares : un seul exemplaire de *Belemnites clavatus* STAHL. et quelques mauvais moules de Lamellibranches. Les mesures altimétriques montrent que nous sommes à un niveau un peu supérieur à celui des carrières précédentes; la rareté des fossiles en était déjà un indice.

D'autres carrières abandonnées, pauvres en fossiles, situées plus près de Massingy, devaient exploiter les mêmes niveaux. Ce Domérien inférieur était également exploité à Marigny-le-Cahouet (759,25 × 275,35; 758,9 × 274,8...). Ces carrières abandonnées, partiellement envahies par l'eau, montrent 7 m à 8 m d'argile ou de calcaire très marneux : *Amaltheus margaritatus* MONTF., pyriteux ou marno-calcaire.

« *Harpoceras* » sp.

Petit Échinide.

Cependant les parties aujourd'hui noyées d'au moins une des carrières devaient intéresser le Pliensbachien car les déblais (758,7 × 275,2) montrent *Prodactylioceras davæi* Sow., *Aegoceras* sp., mais pas de formes plus anciennes.

Collenot estime à 60 m la puissance de ce Domérien inférieur marneux.

DOMÉRIEN SUPÉRIEUR

« *Le calcaire à Gryphées géantes* ».

L'épaisse série marneuse du Lias moyen est séparée du Lias supérieur, également marneux, par quelques assises de calcaire compact ou cristallin qui marquent un palier plus ou moins prononcé au milieu des pentes douces, qui dominent la « plaine de l'Auxois ». Parfois, l'érosion ayant déblayé tout le Lias supérieur, il reste un plateau couronné par ce calcaire (Plateau de Massingy à l'E de Semur, Signal de Bard au N d'Epoisse).

Cette zone supérieure du Domérien est constituée par quelques bancs de

calcaire de 1 m à 2 m d'épaisseur, séparés par des marnes d'une puissance égale ou un peu supérieure. L'ensemble atteint une quinzaine de mètres.

Tantôt c'est un calcaire bleu, riche en pyrite, à cassure compacte, qui par altération prend une teinte brunâtre plus ou moins foncée et bigarrée par des rubanements, dus à la concentration des sels de fer en sortes de larges auréoles aux contours très irréguliers. Tantôt c'est un calcaire, miroitant, apparemment cristallin, sans doute parce que riche en débris d'organismes : Crinoïdes en particulier. On y recueille souvent *Gryphæa gigantea* Sow. d'où le nom de « Calcaire à Gryphées géantes » qui lui a été donné par les auteurs.

Pour donner une idée de cette disposition, je décrirai une coupe prise au NE de Massingy, dans le lit du Rû du Rocher, à 300 m environ à l'E de la route des Laumes (756,6 × 282,05), de haut en bas :

42. Marnes feuilletées et calcaire marneux bitumineux du Toarcien.

38 h. Calcaire marneux bleu clair, très dur, à nombreux débris de coquilles noirs et fragments blancs arrondis; très altéré à sa partie supérieure, il prend une teinte brune et une allure assez graveleuse : 0,30 m.

Amaltheus margaritatus MONTF.

Belemnites pl. sp.

Rhynchonella pl. sp.

Zeilleria aff. *darwini* DESL.

Mytilus morrisii OPP.

Avicula sp.

38 g. Marne bleue, un peu schisteuse 0,20 m.

38 f. Calcaire tantôt brun et riche en débris, d'allure cristalline; tantôt bleu gris clair, à grain fin, légèrement marneux, avec rares sections de coquilles et présentant une altération rouge-brun, irrégulière au voisinage de la surface; les fossiles sont rares dans la masse, quelques sections de Crinoïdes, quelques Huîtres; mais dans les délits schisteux : 1 m.

Avicula (Oxytoma) munsteri GOLDF.

Pseudopecten æquivalvis Sow.

Pseudopecten acuticosta LMK.

Zeilleria sp.

— couches masquées sur 3 m à 4 m;

— calcaire marneux gris pyriteux, à petites Entroques et débris de coquilles noirs, assez ferrugineux à la partie inférieure 0,80 m.

38 e. Marnes micacées feuilletées, gris-bleu, avec quelques rognons de calcaire marneux : visible sur 0,70 m.

Gryphæa gigantea Sow.

Avicula (Oxytoma) munsteri GOLDF.

Zeilleria sp.

38 d. Couches masquées pendant 3 m environ.

38 c. Calcaire un peu marneux gris violacé, avec débris d'Entroques et de coquilles à structure feuilletée; à la base lits de blocs arrondis de calcaire marneux gris-bleu, compact 0,30 m à 0,40 m.

38 b. Marnes bleues compactes, assez schisteuses. 0,80 m.

38 a. Calcaire gris, un peu violacé, compact; Entroques et débris de coquilles feuilletées dans un ciment de calcaire marneux; quelques lits plus ferrugineux et plus feuilletés : 1,20 m.

Amaltheus margaritatus MONTF.

Pseudopecten acuticosta LMK.

Myaires.

Zeilleria cf. *darwini* DESL.

La région de Flavigny montre des coupes analogues (raccourcis de la route de Pouillenay à Flavigny (761,8 × 281,1) et de celle d'Alise-Sainte-Reine à Flavigny 765,1 × 282,2 etc...), mais généralement plus complètes à la partie supérieure.

Celle-ci est constituée par des calcaires très cristallins, gris clair, légèrement bleutés, bruns en surface, qui forment quelques bancs durs très fossilifères. La roche contient de petits grains de 100 μ à 200 μ et une fine poussière de quartz, quelques grains de glauconie, de la pyrite abondante, du mica; le remplissage des loges de certaines Ammonites est un calcaire marneux gris brun à grain très fin. La base de la coupe du Dos de l'Olive (cf. *infra* Toarcien, p. 240) m'a donné (39-40) :

Paltopterocheras spinatum BRUG.

Paltopterocheras pseudocostatum HYATT.

Cœloceras acanthus D'ORB. Types Prod., pl. 11, fig. 1, costulation plus fine surtout dans les tours internes.

Belonnites bruguierianus D'ORB.

Pseudopecten æquivalvis SOW.

Entolium frontale DUM.

Pecten strionatis QUENST.

Pleuromya liasina SCHUBL.

Plagiostoma punctata SOW.

Avicula (*Oxytoma*) *munsteri* GOLDF.

Rhynchonella aff. *capitulata* TATE, abondante; plus grande largeur à 1/3 du bord frontal.

A Giséy, le long de la route de Dijon (770,3 × 281), un glissement de terrain a fait descendre des calcaires analogues, mais plus pyriteux avec des passées de calcaire marneux; ils m'ont donné, outre les formes déjà citées :

Paltopterocheras sp.

Dactylioceras tenuicostatum Y. et B. : BUCKM. T. A., pl. 157 AB, taille plus petite.

Dactylioceras cf. *mile* S. BUCKM. T. A., pl. 738 (*Orthodactylites*), côtes moins nombreuses et formes voisines.

Dactylioceras annulatum? SOW. : BUCKM. T. A., pl. 700.

Dactylioceras sp. = *A. annulatum* REYNÈS Mon. Lias sup., pl. 8, fig. 5, enroulement plus régulier.

Ces bancs contiennent donc des formes appartenant au Domérien supérieur et au Toarcien inférieur. Ces dernières sont particulièrement nombreuses à Giséy; malheureusement les conditions de gisement ne permettent pas

de connaître d'une façon absolument sûre leur position stratigraphique. Les anciens auteurs, Collenot (1873, p. 266), Carrey (1875), plaçaient toutes ces couches dans le Domérien ; mais ils distinguaient au-dessus de leur zone à *Pecten æquivalvis*, une zone à *Ammonites acanthus*. Celle-ci serait formée, d'après Carrey, par un seul banc de calcaire très peu marneux, dur, compact, de teinte bleuâtre au centre, très ferrugineux, devenant pulvérulent lorsqu'il est décomposé à l'air ; d'une épaisseur de 0,25 à 0,30 m seulement. Ce banc serait visible à Ménétreux-le-Pitois, où il a donné une riche faune de petits Gastéropodes et Lamellibranchès, il se retrouverait au flanc de toutes les collines de l'Auxois (Carrey, 1875). Le banc fossilifère à *Dactylioceras* de Gisse y correspond tout à fait à la description de Carrey, mais, malgré les apparences pétrographiques, il appartient déjà à la base du Toarcien. Sa faune le range dans la zone à *Dactylioceras tenuicostatum*, mise en évidence par les auteurs anglais et signalée récemment en Lorraine¹. Cependant je n'ai pas recueilli en place ensemble *Cœloceras acanthus* D'ORB. et *Dactylioceras tenuicostatum* Y. et B.

TOARCIE

Etage essentiellement formé de marnes avec quelques bancs de calcaire marneux, le Toarcien est difficile à étudier en détail ; la meilleure coupe indiquée par Collenot (1873, p. 283), celle de la « montée de la Chassagne » entre Villenote et Pouillenay, le long d'un chemin fortement raviné conduisant à Mussy-la-Fosse (757,7 × 280,35 probablement) est aujourd'hui perdue. Nous serons obligé de nous contenter de quelques observations fragmentaires.

A 2 km au NE de la coupe de Collenot, sur un autre versant du même plateau, le Rû du Rocher permet d'observer en détail la base du Toarcien ; son lit montre, de haut en bas (cf. p. 237) :

44. Marnes gris clair assez argileuses : visible sur 0,60 m.

Cœloceras sp. du groupe de *C. crassum* PHILL. écrasé.

Cœloceras sp., petite taille, à côtes fines.

Posidonomya bronni VOLTZ.

Inoceramus sp.

43 b. Marne noire compacte 0,10 m.

43 a. Deux bancs de calcaire marneux gris-bleu au centre, blanchâtre à la surface, un peu graveleux, fétide et bitumineux, alternant avec des marnes gris-noir feuilletées, très riches en débris d'organismes : 0,90 m.

Hidoceras bifrons BRUG.

Dactylioceras annulatum? Sow. : REYNÈS Mon. Lias sup., pl. 8, fig. 4.

Inoceramus sp.

42 ? Marne feuilletée gris clair, non bitumineuse, sans fossile 0,20 m.

¹ MAUBEUGE, 1948 ; mes observations datant de 1945 sont antérieures à cette publication et donc tout à fait indépendantes.

38 h. Calcaire bleu plus ou moins foncé, cristallin, très dur, renfermant de petits fragments blancs arrondis et s'altérant à la partie supérieure en rognons de calcaire brun, un peu pyriteux : 0,30 m.

Amaltheus margaritalus MONTF.

A 10 km au N, dans la région de Montbard, plusieurs tuileries exploitent les marnes du Lias supérieur (751,65 × 293,25 et 749,3 × 293,65).

Ce sont des marnes gris-bleu foncé, feuilletées et finement micacées (mica blanc); leur épaisseur atteint 30 m à 50 m; quelques petits bancs ou quelques lits de nodules de calcaire marneux, et de petites plaquettes de pyrite, s'intercalent dans la série.

Vers la base des exploitations actuelles, soit à environ 20 m du sommet de la formation, l'un des bancs de calcaire présente la structure cone-in-cone; un peu en-dessous j'ai recueilli :

Cœloceras aff. *crassum* PHILL., côtes espacées, cf. QUENST. Am. pl. 46, fig. 23.

Cœloceras aff. *crassum* PHILL. = *C. crassiusculum* MONEST. Toarc. moy., pl. 3, fig. 33, non SIMPSON.

Cœloceras (*Collina*) sp. aff. *gemma* BONNAR.

Lytoceras cornucopiæ Y. et B.

R. Abrard (1950, p. 123) cite en outre : *Phylloceras heterophyllum*, *Lytoceras jurense*, *Hildoceras levisoni*, *Haugia ogerieni*, *Hammatoceras. insigne*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*....

Sur la commune d'Hauteroche, au-dessus du Château des Prés, la coupe dite du Dos de l'Olive (767,1 × 280,3)¹ permet de voir les principales couches du Toarcien, mais il faut les observer dans les champs, aucune coupe continue n'est possible :

Au-dessus des calcaires bleus ou roux à *Paltoleuroceras* (Domérien sup. (39) puis à *Cœloceras acanthus* (base du Toarcien (40) cf. *supra*, p. 238) on rencontre d'abord :

41-43. Des schistes feuilletés bitumineux du type « schistes carton » avec intercalation de bancs ou de lits de miches de calcaire marneux compact, gris clair, à patine rousse, avec nombreux débris d'écailles de Poissons . . . environ 4 m d'épaisseur.

A la base : *Posidonomya bronni* VOLTZ, côtes très fines.

Orbiculoidea papyracea? QUENST.

Ensuite : *Cœloceras* sp.

Harpoceras sp., petite taille aff. *A. cæcilia* REINECK. in DESL.

Phylloceras sp., jeune.

Lamellibranches...

D'autres miches (42), un peu plus haut, sont en calcaire gris à nombreux petits débris arrondis noirs avec :

Dactylioceras aff. *attenuatum* SIMPS. : BUCKM. T. A., pl. 655, même costulation fine, mais croissance nettement plus lente.

Dactylioceras cf. *commune* SOW.

¹ Cf. COLLENOT, 1873, p. 288.

Enfin les derniers bancs (43 ?) de schistes contiennent des calcaires roux en plaquettes à Lamellibranches avec *Dactylioceras commune* Sow. : BUCKM. T. A., pl. 707, côtes un peu plus infléchies en avant.

44. Au-dessus, viennent des marnes grises contenant encore quelques bancs calcaires et des fossiles parfois phosphatés :

Hildoceras bifrons BRUG.

Belemnites tricissus JAN., nombreuses.

A Pouillenay la même zone m'a donné *Harpoceras subplanatum* ORP.

45 ?-47 ? Dans les prés situés plus haut, on voit encore des marnes grises à *Amussium pumilus* LMK., et *Trochus subduplicatus* D'ORB.

48 ?-55 ? Les champs les plus élevés sont sur des argiles bleues, micacées, avec des plaquettes rousses gréso-micacées; elles ont ici plus de 20 m d'épaisseur.

Plus au S, à Villeberny (770,9 × 272,7), au-dessus du niveau à schistes carton, vient un banc de calcaire compact, bleu, très dur, localement assez fossilifère (42) :

Harpoceras concinnum S. BUCKM. T. A., pl. 742, sillon spiral un peu plus marqué.

Harpoceras sp. voisin de *H. concinnum*, à costulation nettement plus forte.

Harpoceras exiguum S. BUCKM. T. A., pl. 775 A (*Phaularipites*) et formes voisines.

Dactylioceras consimile S. BUCKM. T. A., pl. 778 (*Peridactylites*).

Dactylioceras cf. *toxophorum* S. BUCKM. T. A., pl. 776 (*Toxodactylites*).

Ce banc est surmonté par des calcaires marneux et des marnes, contenant d'abord *Hildoceras bifrons* BRUG. et ensuite des *Pseudogrammoceras*.

Résumé. — Au total le Toarcien de l'Auxois présente :

— à la base, un niveau de calcaire encore cristallin (0,50 m à 1 m) de la zone à *D. tenuicostatum* (40) ;

— une série de schistes carton (4 m), avec miches ou bancs de calcaire compact, qui correspondent à la zone à *H. falciferum* et à la base de la zone à *H. bifrons* (41-43) ;

— des marnes avec quelques bancs de calcaire marneux (10 m environ) qui contiennent à la partie inférieure (Toarcien moyen, 44) : *Hildoceras bifrons* BRUG., *Harpoceras subplanatum* ORP.

Et à la partie supérieure : *Trochus subduplicatus* D'ORB., *Amussium pumilus* LMK. sommet du Toarcien moyen et base du Toarcien supérieur ? (45, 46-47 ?) ;

— enfin une épaisse série d'argiles micacées, qui correspondent à la fin du Toarcien supérieur et sans doute à l'Aalénien inférieur, bien qu'aucun fossile n'y ait été signalé.

Dans la coupe du Rû du Rocher, le sommet du Domérien, la zone à *D. tenuicostatum* et probablement tout le Toarcien inférieur semblent manquer ; les calcaires schisteux bitumineux à *Hildoceras bifrons* BRUG. reposent directement sur les calcaires cristallins à *Amaltheus margaritatus*

242 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
MONTF. ; nous avons là un indice précis de l'agitation de la mer entre le
Domérien et le Toarcien.

Collenot évalue la puissance de cette série marneuse à 25 m ou 30 m. Il
me semble que localement elle peut être un peu plus forte. Elle a plus de
40 m à Montbard d'après Buffon ¹.

AALÉNIEN SUPÉRIEUR et BAJOCIEN

Cette série calcaire, épaisse de 40 m et assez complexe, a été bien sché-
matisée par Collenot (1873, pp. 302-322 ; 1879, pp. 795-796). Deux coupes
presqu'identiques, prises l'une à Montbard, l'autre à Flavigny-sur-Ozerain,
vont en montrer l'essentiel. Quelques indications sur les environs de Semur
et la diminution d'épaisseur des couches vers l'W compléteront cette étude.

I. Au N de Montbard. — Les deux routes montant du faubourg à la ferme
des Bordes permettent d'observer la succession suivante, de haut en bas :

Calcaire gris clair ou jaune brun, finement grenu, peu fossilifère, quelques petites
Huîtres, exploité en carrière dans le grand virage de la route à l'W.

visible sur plus de 10 m.

67-69. Marnes et calcaire marneux gris violacé, en blocs irréguliers, à cassure fine-
ment graveleuse ; environ 4 m.

Parkinsonia pl. sp. du groupe de *P. parkinsoni* Sow.

Lima sp.

Pholadomya pl. sp.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. varians* SCHLOTH.

Terebratula sp.

65. Calcaire compact, en bancs massifs, contenant de grosses oolithes froissées à
nombreuses couches concentriques, du type des « calcaires à Gervillies ».

4,50 m.

61-64 ? Calcaire à Entroques et débris d'Échinodermes, plus ou moins roulés et
enrobés ; radioles d'Oursins, etc... 15 m.

Ce faciès à Entroques est visible sur le chemin qui monte à la ferme des Bordes
par l'E, alors que sur la route qui passe à l'W on observe, au même niveau, surtout
des bancs à Polypiers.

60 c ? Calcaire coquillier à ciment très compact, cassure conchoïdale, avec des taches
rouge orangé ; les fossiles sont nombreux, souvent écrasés ou déformés, en particu-
lier les Brachiopodes. C'est le « calcaire marbre » de Collenot 2 m.

Au S de la ville il m'a donné :

Rhynchonella parvula DESL.

Terebratula cf. *submaxillata* MORRIS in DAV.

Zeilleria disculus WAAGEN.

¹ DUFRÉNOY et ELIE DE BEAUMONT, 1848, p. 354.

60 b. Calcaire brun à Entroques, à grains fins, assez ferrugineux, sa puissance doit atteindre environ 10 m visible sur 5 m à 6 m.

Les carrières des marnes du Lias supérieur m'ont permis d'étudier de gros blocs glissés (58) venant de la base de la série calcaire.

Ils sont formés d'une roche compacte, roux violacé, à nombreux débris; localement Lamellibranches, Bryozoaires et Brachiopodes sont abondants. Le banc a 75 cm d'épaisseur; à sa base on voit un ou plusieurs lits de galets plats de calcaire marneux gris blanc, perforés, tantôt cimentés par du calcaire, tantôt emballés au sommet des marnes micacées. Sa partie supérieure est irrégulière et porte localement des galets perforés et des accumulations de Serpules.

A la base : *Ludwigia* sp., petite taille, mal conservée.

* *Ludwigella* cf. *callosa* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 19, fig. 16-18 (Collection Ciry).

Trigonia sp., *Terebratula* sp., fragments de gros Lamellibranches à test prismatique.

La faune d'Ammonites permet d'attribuer ce banc à la zone à *L. concava*. Au-dessus, viennent des calcaires gris ou jaune clair à grain fin, assez riches, à la base, en Serpules et Bryozoaires.

II. **A Flavigny-sur-Ozerain.** — En descendant dans le parc du petit Séminaire, on retrouve la même succession.

70-69. La cour de récréation et les fondations des bâtiments sont sur des calcaires compacts, à grain fin, un peu marneux, appelés dans la région « calcaires hydrauliques ». L'abbé Joly y a recueilli un fragment de *Parkinsonia* voisine de *P. parkinsoni* Sow. (cf. Nicol., pl. 8, fig. 1); et dans les environs *Parkinsonia parkinsoni* Sow. var. *densicosta* QUENST (Nicol., pl. 8, fig. 12) et d'autres formes du groupe de *P. parkinsoni* Sow.

68-67. Les marnes à *Ostrea acuminata* Sow. affleurent le long d'une allée plantée de Charmes. On les a entaillées aussi au S de Flavigny (vers 765,25 × 280,5) pour l'établissement d'un terrain de sports; elles ont donné à la partie supérieure :

Parkinsonia subarietis WETZEL.

Parkinsonia sp., fragments.

* *Acanthothyris* aff. *spinosa* Sow.

* *Terebratula jerryi* DESL. et formes voisines fréquentes.

A la partie inférieure : * *Terebratula eudesi* OPP.

Rhynchonella pl. sp., fréquentes.

* *Aulacothyris* cf. *carinata* DAV.

66 ? Elles reposent sur des calcaires graveleux à grosses Pholadomyes; plusieurs bancs montrent des surfaces perforées 4 m à 5 m ?

65. En-dessous, viennent les « calcaires à Gervillies », à grosses oolites blanches; je leur rapporterai très probablement un fragment de *Teloceras blagdeni* Sow. et celui d'un autre *Teloceras* sp.

A leur base, il y a une petite couche marneuse 4 m environ.

64-61 ? On descend ensuite dans le calcaire à Polypiers (10 m), puis dans le calcaire à Entroques (5 m ?); entre les deux, existe un petit niveau de calcaire compact assez fossilifère à Térébratules, Pectens, Radioles d'Oursins; * *Acanthothyris* cf. *mid-jordensis* RICH. et W.

60 c. A la base du calcaire à Entroques, on trouve un deuxième niveau de calcaire gris compact, assez fossilifère, le « calcaire marbre » de Collenot : . . . 2 m à 4 m.

* *Rhynchonella parvula* DESL.

* *Zeilleria disculus* WAAGEN.

* *Terebratula* sp. ayant des affinités avec un jeune *T. perovalis* var. *kleini* DESL.

60 b. En-dessous, vient un calcaire massif gris violacé, assez crinoïdique et à nombreux débris roulés; sa surface inférieure montre des ondulations irrégulières.

. : environ 5 m à 10 m.

La base de la corniche calcaire peut s'observer en quelques points, elle montre de haut en bas :

60 a. Calcaire brun à petits débris blanchâtres, grandes géodes de calcite; en plusieurs bancs, séparés par des surfaces très horizontales, probablement perforées; vers la base ces calcaires se délitent en plaquettes; la surface inférieure est irrégulière en raison de la présence de nombreux galets de calcaire blanc un peu marneux perforés, à 20 cm de la base : : 0,75 m.

Bryozoaires, Huîtres, Trigonies, Échinodermes.

* *Sonninia palmata* S. BUCKM.

* *Sonninia* aff. *attrita* S. BUCKM.

57. Calcaire gris cristallin, crinoïdique, très pyriteux, emballant d'assez gros galets de calcaire blanc marneux perforés : 0,05 m à 0,10 m

Belemnites, Trigonies et autres Lamellibranches.

Cancellophycus scoparius THOL., à la partie supérieure.

Ces deux bancs surplombent les couches argileuses tendres sous-jacentes :

argile noire feuilletée micacée, avec plaques grès-micacées, très peu calcaires; elles sont nombreuses, surtout dans le décimètre supérieur.

Le détail de la zone à *Ostrea acuminata* est visible au-dessus et au N de la Roche Vanneau (vers 765,3 × 277,4) de haut en bas :

69 ? Calcaire gris violacé à nombreux débris se délitant en plaquettes.

68. Calcaire marneux et marnes grises : 0,30 m

Parkinsonia sp., fragment.

Terebratula jerryi DESL.

Zeilleria waltoni DAV.

Rhynchonella sp., rares.

Ostrea acuminata Sow., abondantes.

A la base : un lit de blocs de calcaire irrégulier.

67. Marnes grises ou blanches, peu fossilifères, avec, vers le milieu, un banc calcaire gris violacé à nombreuses sections de fossiles : 0,30 m à 0,50 m.

Garantia sp., fragments.

Terebratula sp., peu abondantes.

Rhynchonella pl. sp., très abondantes.

Ostrea acuminata Sow., abondantes.

Myaires et autres Lamellibranches; Gastéropodes.

----- surface perforée.

66 † Calcaire grumeleux gris violacé, à nombreux débris de coquilles et sections d'Echinodermes, formant une série de bancs assez nets . . . sur 5 m environ.

III. **Au NW de Semur.** — Le Mont Dregey, autrefois attaqué par de nombreuses carrières, permet d'étudier les couches inférieures de la série calcaire.

C'est une roche brune, à très nombreux débris roulés et enrobés, pris dans un ciment peu développé; elle est exploitée sur 5 m, les bancs inférieurs ont un grain fin et contiennent généralement *Amussium pumilus* LMK.; vers le milieu de la série, on trouve une faune relativement abondante de Brachiopodes et de Pectinidés. A 1,50 m ou 2 m au-dessus de la base des exploitations, l'Abbé Joly a recueilli dans une carrière située au SE du mont : * *Ludwigia* (*Pseudographoceras*) *litterata* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 11, fig. 19-21, forme de la zone à *L. murchisonæ*. Le Musée de Semur, pourtant très riche, contient seulement deux Ammonites du Mont Dregey, qui appartiennent au Bajocien franc :

* *Sonninia* cf. *substriata* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 70, fig. 6-7 dans une gangue de calcaire à fins débris d'Encrines.

* *Witchellia deltafalcata* QUENST. dont les tours externes ont un remplissage de calcaire marneux crème, à grain très fin, qui doit venir d'une couche supérieure à celles que j'ai observées en carrière.

A l'W du Mont Dregey, la Montagne du Télégraphe donne une série beaucoup plus complète, voisine de celle de Montbard.

IV. — Si nous nous déplaçons à l'W de Semur, nous voyons la série calcaire diminuer d'épaisseur. Elle n'a pas 20 m à la Montagne de Bard-les-Epoisses (741,3 × 284) au lieu de 30 m à 35 m à Montbard et à Flavigny. Au S du Télégraphe de Bard affluent surtout des calcaires à nombreux débris roulés et fragments d'Echinodermes, avec quelques bancs de calcaire à Polypiers. Les calcaires marneux superposés renferment de rares *Ostrea acuminata* Sow., et d'abondantes *Ostrea* cf. *costata* Sow., *Terebratula ferryi* DESL., *Parkinsonia* sp.

Sur le plateau de Vassy, Pizy, les épaisseurs sont encore plus faibles; à la Tour de Pizy, il y a à peine 10 m de calcaire entre les marnes micacées du Lias supérieur, qui affluent le long de la route de Vassy, et les calcaires gris cendré un peu siliceux du Bajocien supérieur; le calcaire à Entroques, peu épais, a cependant été exploité dans de nombreuses petites carrières. Il est surmonté d'un niveau marneux à *Ostrea acuminata* Sow. et *Ostrea costata* Sow. peu abondantes; on ne rencontre pas ici les oolites ferrugineuses, si constantes à ce niveau dans l'Avallonnais.

Résumé. — Cette série calcaire, très épaisse dans la majeure partie de l'Auxois, plus réduite aux confins du département de l'Yonne, englobe l'Aalénien supérieur, le Bajocien inférieur et le Bajocien moyen.

L'Aalénien supérieur est en général peu épais ; la zone à *L. murchisonæ*, à laquelle on peut probablement rapporter la couche 57 de Flavigny, manque à Montbard, mais elle est présente au Mont Dregey où l'Abbé Joly a recueilli *Ludwigia* (*Pseudographoceras*) *litterata* S. BUCKM. Une autre Ammonite de Grignon au N du Mont Dregey, conservée au Musée de Semur, *Ludwigia crassa* HORN¹ (ROMAN et BOYER, pl. 1, fig. 3, pl. 3, fig. 2) appartient au même niveau. La zone à *L. concava* n'est connue jusqu'ici qu'à Montbard. Ces deux zones sont vraisemblablement sporadiques et il y a probablement une ou plusieurs lacunes à la fin de l'Aalénien, comme le suggèrent les lits de galets perforés fréquents vers la base de la falaise calcaire.

Le Bajocien inférieur comprend une bonne partie des calcaires crinoïdiques inférieurs, le calcaire-marbre avec sa faune de Brachiopodes, puis la masse du calcaire à Entroques et le calcaire à Polypiers : les deux *Sonninia* de Flavigny se situent tout à la base des calcaires crinoïdiques. D'autres formes du même âge se voient au Musée de Semur¹ : *Sonninia substriata* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 70, fig. 6-7 du Mont Dregey et *Sonninia* sp. du groupe de *S. substriata* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 71, fig. 6-8 de Montbard. La collection de la Faculté des Sciences de Dijon contient des *Otoites sauzei* D'ORB. venant de Thil et de Verrey-sous-Salmaise ; malheureusement la gangue n'a pas été conservée et il est difficile de dire de quels bancs ils viennent. Collenot (1873, p. 319) cite *Am. sauzei* dans le calcaire à Gervillies, il ne s'agit probablement pas de l'espèce de D'ORBIGNY mais d'un *Epalxites*, car il a déjà cité « *Am. humphriesi*, forme épaisse » dans les calcaires à Polypiers sous-jacents.

Le Bajocien moyen serait représenté au Mont Dregey (*Witchellia deltafalcata* QUENST. du Musée de Semur¹) et à Ménétreux-le-Pitois (*Sonninia alsatica* HAUG du même Musée¹). Il faut y ranger aussi le « calcaire à Gervillies »² avec sa faune de grands *Teloceras*. Cette formation semble disparaître à l'W, je ne l'ai pas vue au Télégraphe de Bard-les-Epoisses ; ce qui expliquerait, pour une part, la réduction de la série calcaire.

Le Bajocien supérieur débute par le niveau de marnes et calcaire marneux à *Ostrea acuminata* Sow., qui paraissent correspondre à la zone à *G. garanti* et à la base de la zone à *P. parkinsoni* ; la première renferme de nombreuses Rhynchonelles, la deuxième surtout des Térébratules du groupe de *T. ferryi* DESL.

L'étage se termine par les calcaires gris cendré peu fossilifères à *Parkinsonia* et petites Huîtres, appelés souvent « calcaires hydrauliques » ; ils passent insensiblement au Bathonien.

¹ JOLY, 1946.

² Le calcaire à Gervillies est facile à étudier et assez fossilifère dans de vieilles carrières au SW de Villaine-les-Prévôtes (748,9 × 284,95).

Série stratigraphique de l'Auxois.

BAJOCIEN sup.	{	Calcaire « hydraulique » à <i>Parkinsonia</i> (10 m à 20 m).	{	
		Marnes et calcaires marneux à <i>Ostrea acuminata</i> (5 m environ), avec * <i>P. parkinsoni</i> , <i>Terebratula jerryi</i> , * <i>Garantia</i> , <i>Rhynchonella</i> sp.		
moy.	{	Calcaire graveleux à grosses <i>Pholadomyes</i> (4 m).	{	
		« Calcaire à Gervillies », <i>Teloceras blagdeni</i> (4 m à 5 m).		
inf.	{	Calcaire à Polypiers { 15 m à 20 m.	{	30 m
		Calcaire à Entroques { « Calcaire marbre », <i>Rhynchonella parvula</i> , <i>Zeilleria disculus</i> (2 m).		à 35 m ¹ .
AALÉNIEN sup.	{	Calcaire à petites Entroques et débris (5 m à 10 m).	{	
inf.		A la base : <i>Sonninia palmata</i> , <i>S. attrita</i> (Flavigny). Calcaire à <i>Cancellophycus</i> et * <i>Lud. callosa</i> (Montbard). Calcaire à <i>Lud. litterata</i> , <i>Amus. pumilus</i> (M ^t Dregey). Argiles micacées.		
TOARCIEN	{	Marnes et calcaire marneux à :	{	
		— <i>Trochus subduplicatus</i> , <i>Amussium pumilus</i> , — <i>Hildoceras bifrons</i> , <i>Harpoceras subplanatum</i> , — Schistes carton et miches calcaires à <i>Harp. concinnum</i> , <i>H. exigum</i> , <i>Dactylioceras</i> ... (4 m environ).		30 m à 40 m.
	{	Calcaire compact à * <i>Dactylioceras tenuiscostatum</i> et ? <i>Cæloc. acanthus</i> .	{	
DOMÉRIEN	{	Calcaire compact ou cristallin et marnes à <i>P. spinatum</i> , <i>Gryph. gigantea</i> (10 m à 15 m).	{	
70 m environ.		Marnes à <i>Amaltheus margaritatus</i> (60 m).		
PLIENSBACHIEN	{	Marnes et calcaire marneux à :	{	
10 m.		— <i>P. davœi</i> et <i>Ægoceras</i> , — * <i>Ægoceras</i> , — <i>Liparoceras henleyi</i> , — <i>Deroceras venarense</i> , — <i>Acanthopleuroceras valdani</i> , — * <i>Uptonia</i> sp.		
LOTHARINGIEN	{	Nodules phosphatés à <i>Echioceras</i> , <i>Asteroceras</i> , <i>Epophioceras landrioti</i> .	{	
* 0,25 m à 1,50 m.		Calcaire compact à <i>Microderoceras birchi</i> ... (au N seulement : 1,20 m).		

¹ 20 m à Bard, 10 m à Pizy.

SINÉMURIÉN	Calcaire à Gryphées (type bourguignon) à :	
	sup.	— * <i>Arnioceras</i> cf. <i>semicoslatum</i> , Arn. <i>miserabile</i> , — * <i>Arnioceras geometricum</i> , Arn. <i>munitum</i> , <i>Arietites falsani</i> , .
6 m		— * <i>Euagassicerias sauzeanum</i> , <i>A. scipionianum</i> , <i>Metarnioceras</i> ,
	moy.	— * <i>Arnioceras ceratitoides</i> , Arn. <i>arnouldi</i> , — <i>Coroniceras bucklandi</i> et gros <i>Coroniceras</i> ,
(localement silicifié).		— * <i>Arnioceras kridion</i> , <i>Coroniceras meridionale</i> ,
	inf.	— <i>Coroniceras rotiforme</i> , — * <i>Vermiceras cordieri</i> .
HETTANGIEN	{ « Foie de veau » à <i>Sch. angulata</i> et petits Gastéropodes; } 1 m » » à <i>Alsatiles liasicus</i> , <i>Al. laqueus</i> . } à 2 m. Lumachelle (2 m à 6 m).	
3 m à 8 m		
(localement silicifié).		
RHÉTIEN	Grès fins ou grossiers à <i>Avicula contorta</i> et dents de Poissons.	

CHAPITRE VIII

BORDURE ORIENTALE DU MORVAN

J'envisagerai seulement la partie de la bordure E du Morvan qui figure sur la feuille de Beaune (125) au 1/80.000^e et sur la moitié orientale de celle de Château-Chinon (124) ¹. Nous venons d'étudier l'angle NE de cette bordure dans le chapitre de l'Auxois, et je réserve pour une étude spéciale plus détail-

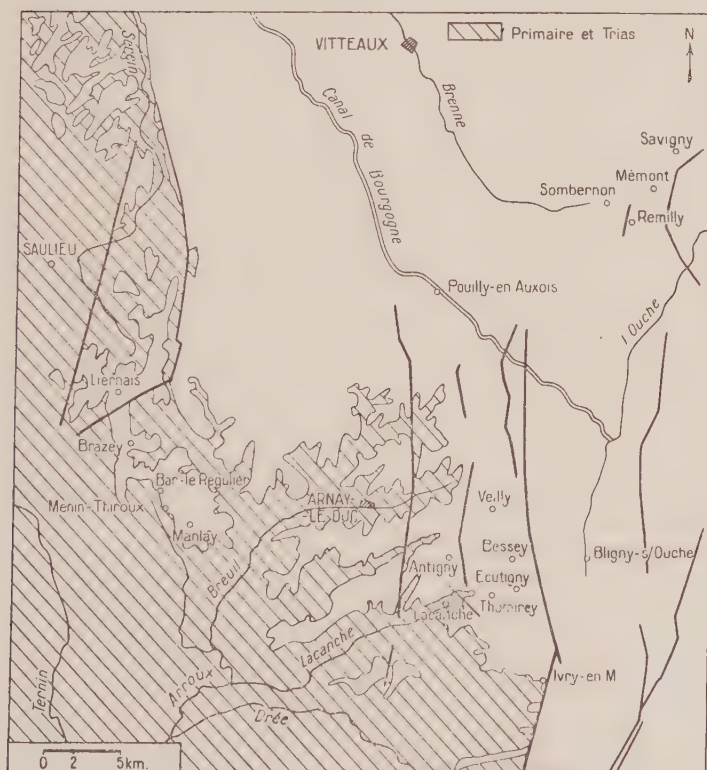


Fig. 26. — Carte des principaux affleurements de la bordure Est du Morvan.

¹ Je ferai cependant une petite incursion sur la feuille de Dijon, la région de Savigny se rattachant normalement à celle de Somberron.

lée la région de Nolay, qui a plus d'affinités avec le Chaloñnais et l'Autunois.

Nous sommes ici dans le prolongement de l'Auxois ; entre les terrains granitiques du Morvan et le Jurassique moyen de la côte dijonnaise, le Lias forme une zone déprimée, type des dépressions périphériques entourant un massif ancien. En réalité, au N, au niveau de Pouilly-en-Auxois les affleurements liasiques, très larges, sont divisés en deux par le plateau d'Oolithe de Mont-Saint-Jean ; à l'W, la haute vallée du Serein, à l'E, la haute vallée de l'Armançon, partie méridionale de la plaine de l'Auxois suivie par le canal de Bourgogne. Dans la partie méridionale, au contraire, on ne retrouve, à l'W, que les affleurements réduits de Liernais, Manlay, avec la butte témoin de Bar, alors qu'à l'E le Lias forme un large triangle entre Arnay-le-Duc, Bligny-sur-Ouche et Ivry-en-Montagne. Ces régions d'élevage au N, de bois et de cultures variées au S, au relief moyennement accidenté (la côte bajocienne mise à part), sont à double titre une zone de partage des eaux ; le N s'écoule vers la Manche par le Serein et l'Armançon, tributaires de la Seine ; le S va à l'Océan par l'Arroux et ses affluents, tributaires de la Loire ; l'E va à la Méditerranée par l'Ouche et ses affluents, tributaires de la Saône.

La disposition tectonique, simple en général, permet le plus souvent de lire aisément les grandes lignes de la stratigraphie dans la morphologie. Cependant un quadrillage de failles vient compliquer, à l'W, les contacts du Lias inférieur et du socle granitique ; une série de fractures longitudinales, parallèles à la vallée supérieure de l'Ouche, hâtent à l'E la disparition du Lias sous le Jurassique moyen.

Historique. — Cette région a généralement été décrite en même temps que l'Auxois, par les vieux auteurs bourguignons, et il n'est pas nécessaire de reprendre ici ce qui a été dit plus haut sur les travaux de de Bonnard, de Guillebot de Nerville... Dufrénoy et Elie de Beaumont font ici les mêmes divisions qu'en Auxois, mais ils donnent des coupes détaillées de la région de Sombornon d'après les observations de M. Leschevin, et de la région de Pouilly-en-Auxois d'après celles faites par M. Lacordaire lors des travaux du canal de Bourgogne ; je les utiliserai plus loin dans mes comparaisons. Martin (1859 b, 1863), puis Collenot (1873), ont décrit le Rhétien et l'Ilettangien de la région de Blaisy et de Sombornon ainsi que des environs de Saulieu ; Collenot ne parle qu'incidemment des autres étages.

La première édition de la feuille de Beaune (125) au 1/80.000^e, en 1898, donne dans sa légende un bon aperçu de la stratigraphie locale ; elle divise déjà le calcaire à Gryphées en trois niveaux : 1^o *Am. rotiformis et scipionianus* (!) ; 2^o *Am. bisulcatus et bucklandi* ; 3^o *Am. oxynotus et raricostatus*. Les notes des collaborateurs de la Carte Géologique, Collot, Maison et plus tard Chaput, traitent surtout de tectonique, pourtant Collot (1898) esquisse la stratigraphie de la région de Mandelot près de Beaune.

La légende de la deuxième édition (1942), due à Chaput et Ciry, apporte encore quelques précisions ; le Lias supérieur est divisé en 4 niveaux, et dans le Rhétien on note l'existence de marnes noires schisteuses sous les grès et bone-bed.

Par ailleurs Collot (1913) a donné un bon résumé de la série stratigraphique de la Côte-d'Or et une bibliographie importante ; la réunion extraordinaire de la Société

Géologique de France en 1851 et l'excursion géologique interuniversitaire de 1928 ont visité la région de Sombornon-Bligny.

Enfin la Montagne de Bar, dont l'intérêt était déjà signalé par Dufrénoy et Élie de Beaumont (1848, pp. 335-336), a fait l'objet d'une note détaillée de Chaput (1922).

Pour donner une idée assez complète, quoique rapide, de la série stratigraphique, je prendrai des coupes à la fois sur la bordure même du Morvan, dans la région de Liernais et de Bar-le Régulier (8 coupes ou affleurements observés pour l'Hettangien, 6 pour le Sinémurien-Lotharingien, 1 bonne coupe de Pliensbachien) ; à l'E, au voisinage de Dijon, dans la région de Sombornon (nombreux affleurements restreints du Lias inférieur, 2 coupes Domérien-Toarcien, 3 coupes du Bajocien) ; et dans le triangle Arnay-le-Duc, Bligny-sur-Ouche, Ivry-en-Montagne (10 coupes pour le Rhétien et l'Hettangien, 10 pour le Sinémurien-Lotharingien, 4 pour le Pliensbachien, 6 pour le Lias moyen et supérieur, 5 pour le Bajocien).

En dehors des échantillons que j'ai recueillis moi-même, j'ai utilisé plusieurs pièces des collections du laboratoire de Géologie de l'Université de Dijon.

RHÉTIEN et HETTANGIEN

I. Liernais et Manlay. Chaput (1922) attribue au Rhétien des grès roux et des arkoses visibles en quelques points dans les champs au N de Menin-Thiroux (Gare de Manlay) ainsi que les grès bruns à grain fin qui affleurent sur 1 m à 2 m dans les fossés de la route au NW (vers 750,75 × 238,85) ; ils contiennent *Ostrea* sp. et quelques sections de fossiles indéterminables.

L'Hettangien inférieur est formé par des calcaires gris clair, marneux, compacts, à lits de nombreuses coquilles de Lamellibranches ; c'est la Lumachelle de Bourgogne.

Autour de Liernais, par exemple sur la route de Brazey (747,65 × 243,6), elle contient beaucoup de petits grains de quartz détritique : *Plicatula hettangiensis* TERQ., *Plagiostoma* cf. *valoniensis* DEFR., *Isocyprina germai*? DUNK., *Cardinia* pl. sp., etc... A Menin-Thiroux, elle affleure au-dessus du Rhétien dans les fossés de la route et l'angle SE (751,9 × 238,8) du passage à niveau montre des banes de calcaire très gréseux à *Chlamys valoniensis* DEFR., *Cardinia* pl. sp., *Ostrea* sp., etc...

A 1 km environ, au NW de la gare de Manlay, le long de la voie ferrée, on voit la partie supérieure de l'Hettangien, de haut en bas :

20. Calcaire bleu à débris, quelques petites oolithes ferrugineuses, rares Gryphées.
1 m.

17 b. Calcaire brun compact, à fins débris roulés, structure pseudoolithique.
0,20 m.

17 a. Calcaire compact, gris-bleu à brunâtre, à débris cristallins inégalement répar-
tis dans un ciment calcaréo-marneux, aspect irrégulier en surface, fossiles en calcite
dégagés par l'érosion : 0,30 m.

Alsatites cf. *liasicus* D'ORB. : WRIGHT, pl. 16, section épaisse, côtes arquées
et nettement infléchies en avant.

Alsatites cf. *liasicus* D'ORB. : WÄHNER, pl. 39, fig. 5, côtes légèrement plus
nombreuses.

Cardinia ovum? MARTIN, *Cardinia morrisii*? TERQ.

16 ♀ Marnes vertes 0,30 m.

15 ♀ Banes de calcaire détritique gris clair avec nombreux graviers (atteignant 1 cm)
de calcaire et débris souvent hématisés; à la base, calcaire gris marneux, micacé,
à grain fin 0,50 m.

La zone à *S. angulata* est mal représentée ou absente; la couche (17 a)
est de l'Hettangien moyen et (15 ?) pourrait déjà appartenir à l'Hettangien
inférieur; en tous cas la zone à *P. planorbe* affleure non loin, car j'ai vu,
dans la collection du laboratoire de Géologie de l'Université de Dijon, un
exemplaire de l'espèce indice venant de ce point.

A Liernais, le puits de M. Chauveau, garagiste (747,2 × 246,95), profond
de 4,50 m, traverse les mêmes couches avec un faciès un peu différent :

22-20 Banes de calcaire compact, gris-brun ou violacé, à nombreux débris; petites
oolithes ferrugineuses dans la moitié inférieure : 0,90 (de 1 m à 1,90 m).

Coroniceras sp., grande taille, à 1,30 m.

Gastéropodes pl. sp., petite taille, à 1,50 m.

Dans les déblais :

Vermiceras (*Metophioceras*) cf. *cordieri* CANAV. : cf. WÄHNER, pl. 48, fig. 4,
léger tubercule au bord ventral.

Coroniceras sp., petite taille.

19 ♀ Calcaire plus marneux, toujours à petites oolithes ferrugineuses.

. 0,40 m (de 1,90 m à 2,30 m environ).

17. Calcaire gris, à grain fin, avec petits débris plus foncés et sections de coquil-
les; en banes séparés par des marnes. 1,20 m (de 2,30 m à 3,50 m).

Dans les déblais : *Alsatites liasicus* D'ORB. : WRIGHT, pl. 16, probablement vers
3,30 m.

Les 2 ou 3 banes inférieurs de calcaire étaient inaccessibles parce que noyés par
l'eau; on voyait aussi, dans les déblais, un banc de calcaire gris à grain fin au milieu
duquel il y avait des accumulations de fragments de coquilles et de débris hématisés;
sa surface portait *Plagiostoma punctata* Sow.

Ici encore, sous les calcaires à débris et oolithes ferrugineuses de la base
du Sinémurien (21-20), je n'ai pu caractériser la zone supérieure de l'Het-
tangien à *S. angulata*, la couche (19 ?) pourrait peut-être lui appartenir; la
zone moyenne est bien représentée par des banes de calcaires à grain fin (17)
qui, localement, se chargent de débris ferrugineux.

II. Somberton. — Dans cette région, je n'ai vu les grès roux rhétiens et les calcaires hettangiens que le long d'un mauvais chemin au S de Savigny-sous-Malin (783,1 × 261,5-7) et dans les champs et les murs ; je n'ai pas relevé de coupe, mais Martin (1859 *b*, p. 11 ; 1863, p. 6) a donné celles du ravin de Mémont et du gisement de Rémilly ; Guillebot de Nerville (1862, pp. 687-690) celle des puits du tunnel de Blaisy. Collenot (1873, pp. 131-138) reproduit ces documents.

Le Rhétien est formé de marnes brunes sans fossiles et de grès roux, surmontés par des arkoses ; dans un champ (vers 780,4 × 258,3), des grès brun violacé m'ont donné : *Avicula contorta* PORTL., *Protocardium cloacinum* QUENST., *Protocardium* cf. *phillippianum* DUNK., *Myophoria* aff. *postera* QUENST. (ornementation plus fine) ; les grès grossiers des murs : *Saurichthys acuminatus* AGASS., *Spherodon minimus* PLIEN.

L'Hettangien comprend des marnes feuilletées et des grès fins, puis des calcaires lumachelles souvent chargés de grains de quartz. Martin indique que cette lumachelle manque à Mémont et qu'un calcaire marneux à quelques gros grains de quartz, qu'il appelle « foie de veau », repose directement sur les arkoses rhétiennes. Dans les murs, je n'ai jamais vu de roche identique au « foie de veau » typique de la région de Semur, mais seulement des bancs de lumachelle très fossilifère et des calcaires jaune-ocre terreux, prenant parfois un aspect de cargneules, et des calcaires marneux gris à grains fins à Cardinies, qui se chargent localement de nombreux débris, de gros grains de quartz et de petites oolithes brunes ou noires (oolithes recristallisées ?) : ce sont ces deux derniers calcaires sans doute que Martin appelle ici foie de veau ; ils appartiennent probablement à l'Hettangien supérieur.

III. Arnay-le-Duc, Bligny-sur-Ouche, Ivry-en-Montagne. — Au SE d'Arnay-le-Duc, les travaux de rectification de la route nationale n° 6 ont ouvert plusieurs tranchées dans les couches inférieures du Lias.

À la Canche, les travaux de la rectification au NE du bourg, près d'un étang (769,1 × 233,15), montrent plusieurs bancs de grès blanc fin à très mauvaises empreintes végétales, séparés par des argiles vertes ou grises ; à la base, on voit un petit banc de calcaire jaune-ocre moucheté de noir. On trouve dans les murs, près de La Marèche, des empreintes végétales, un peu meilleures, mais non déterminables. Ces grès fins à végétaux appartiennent probablement au Rhétien ; ils représentent un faciès très littoral.

Par contre, au NW, les tranchées de la même route nationale nous donnent un Rhétien et un Hettangien bien datés, à la cote 452 de la carte d'E. M. (767,5 × 234,25) et sous la route d'Antigny-la-ville à Neuilly (766,65 × 235,15) ; de haut en bas :

14. Calcaire marneux blanc grisâtre, à cassure souvent noirâtre, assez fossilifère dans la masse ; la partie supérieure, très fossilifère, contient de petites oolithes ferrugineuses et prend une teinte brun-rouge : 0,30 m.

Psiloceras (*Caloceras*) cf. *johnstoni* Sow. : WRIGHT, pl. 19, fig. 3 (croissance plus rapide) et une forme très voisine, à 0,05 m du sommet.

Chlamys valoniensis DEFR., très abondant.

Cardinia deshayesi TERQ., *Cardinia* pl. sp.

Lima dentata TERQ.

Promathildia semele? D'ORB.

Microschiza sp.

Polypier.

A 2 km 5 au NW (765,65 × 236,2) dans une oolithe ferrugineuse, en même situation stratigraphique, j'ai recueilli *Psiloceras* (*Caloceras*) *pirondi* REYNÈS : BUCKM. T. A., pl. 304, côtes un peu plus nombreuses.

13? Alternance de marnes et de calcaire lumachelle tendre : 1 m.

Cardinia pl. sp.

Pecten pollux D'ORB.

Pecten thiollieri? MARTIN.

Plagiostoma valoniensis DEFR.

Plagiostoma punctata Sow.

Plicatula hettangiensis TERQ.

Ostrea sublamellosa DUNK.

Zygopleura subnodosa? DESL.

12? Petits bancs de calcaire blanc grisâtre et de grès brun, alternant avec des marnes, *Protocardium* aff. *cloncinum* DUNK. 1 m.

11? Marnes bleues oxydées en brun. 1,50 m.

9. Alternance de banc calcaréo-gréseux, se débitant en plaquettes et de marnes jaunes 1 m à 2 m.

Avicula contorta PORTL

Isocyprina præcursor OPP., moules internes.

Mytilus sp. à la surface des plaquettes.

A la base, un ou deux bancs de calcaire marneux, à grain fin, et débit parallélipipédique.

8. Grès calcaire gris ou bleu violacé assez fin, légèrement micacé, brunâtre en surface 0,10 m à 0,05 m.

Avicula contorta PORTL, abondante en certains points, très rare ailleurs.

Placunopsis alpina WINKLER.

Mytilus sp. et nombreux autres petits Lamellibranches.

7. Argile feuilletée noire, avec intercalation de rares bancs ou lentilles de calcaire compact gris foncé 3 m.

Les couches (14) à (11) appartiennent à l'Hettangien inférieur ; on notera l'existence d'oolithes ferrugineuses au sommet et le faciès lumachelle de l'ensemble, les calcaires sont cependant plus marneux qu'à Semur. Le Rhétien comprend à la base des argiles noires (7) couronnées par un petit banc de grès très fossilifère (8), et, au-dessus, une alternance de marnes et de bancs calcaréo-gréseux à mauvais moules de fossiles (9).

Cette description s'applique spécialement à la coupe de la cote 452. Celle sous la route d'Antigny-la-Ville en diffère par quelques variations d'épaisseur et s'arrête à

la base de la couche (13) avec quelques bancs de calcaire gris brunâtre, qui passent localement à une véritable lumachelle et alternent avec des bancs plus gréseux présentant en surface des ondulations comme des Ripple-marps.

On retrouve ces couches hettangiennes près de Bligny-sur-Ouche. Un puits au S de Veilly (vers 771,9 × 237,8), à 120 m de la route de Veilly à Chancelay, a traversé entre 8,50 m et 10 m de profondeur :

- 14[°] Calcaire marneux brunâtre, à oolithes ferrugineuses, à grandes Cardinies.
 0,20 m.
13. Calcaire marneux compact, avec localement nombreux débris de coquilles; Cardinies, *Chlamys valoniensis* DEFR. 0,50 m à 0,60 m.
- 12[°] Calcaire marneux de même type, à nombreux grains de quartz.
 0,50 m à 0,60 m.
9. Argile noire. 2 m.

Ces argiles noires ont été recoupées pendant 6 m environ par un autre puits des environs de Bessey-la-Cour (773,55 × 235,35); vers leur milieu, elles montraient un petit banc de grès; à leur base le puits est entré dans des grès blancs micacés, aquifères.

On voit encore l'Hettangien dans la rectification de la route nationale n° 6 au N d'Ivry.

Près de l'extrémité N des travaux (774,2 × 228,7), la coupe est la même qu'au NW de Lacanche; marnes et calcaires gréseux; calcaire à grain fin, à débit parallépipédique; calcaire bleu lumachelle et marnes blanches; calcaire marneux brun ou violacé avec traînées d'oolithes ferrugineuses; mais l'épaisseur est plus faible: 1 m à 1,50 m ici au total au lieu de 5 m. En outre le niveau à oolithes ferrugineuses est plus récent; il m'a donné une faune de la base du Sinémurien :

- Coroniceras* pl. sp., petite taille.
Gryphæa sp. du groupe de *G. arcuata* LMK., *Cardinia* pl. sp.
Ptychomphalus expansus Sow.
Microschiza clathrata DESH. et formes voisines.
Pleurotomaria cf. *basilica* CHAP. et DEW.
Montlivaultia sinemuriensis MARTIN.

A 300 m au S, sous les calcaires bleus, irrégulièrement blanchâtres, à *Coroniceras rotiforme* Sow., qui sont probablement contemporains des calcaires à oolithes ferrugineuses de l'extrémité N, on voit :

- quelques centimètres de marnes brunes;
- des marnes gris-bleu, où j'ai recueilli un fragment de *Schlotheimia* sp.;
- 1 m environ plus bas : les calcaires en plaquettes de la base de l'Hettangien.

En résumé, le Rhétien de la bordure orientale du Morvan comprend, à la base des argiles schisteuses noires et au-dessus des grès, tantôt fins, tantôt grossiers et arkosiques; à Lacanche on peut lui attribuer probablement un grès fin à débris végétaux; les niveaux de bone-bed, généralement dans des grès grossiers, n'ont été rencontrés qu'autour de Sombernon.

L'Hettangien débute, comme en Bourgogne, par des calcaires lumachelles gris-bleu, chargés de grains de quartz à Liernais et à Manlay. Au-dessus viennent des calcaires plus marneux, prenant parfois le faciès de lumachelle, ou se chargeant de grains de quartz ; un niveau à oolithes ferrugineuses ou à débris hématisés marque généralement le sommet de l'Hettangien inférieur ; à Manlay et Liernais, il est surmonté par des calcaires marneux à *Alsatiles liasicus* D'ORB. ; au NW de Lacanche, *Psiloceras johnstoni* Sow. gît à sa base ; il est possible qu'ailleurs son âge soit légèrement différent ; il manque à Ivry-en-Montagne. L'horizon supérieur à *S. angulata*, probablement plus marneux, n'a pu être caractérisé qu'à Ivry-en-Montagne ; il manque sans doute en d'autres points. Plus à l'W, à Mandelot, il existe une oolithe ferrugineuse à *Schlotheimia angulata* SCHLOTH., comme j'ai pu le constater dans les collections de l'Université de Dijon. Le Sinémurien débute presque toujours par un niveau à oolithes ferrugineuses, qui pourrait être en rapport avec cette lacune locale de l'Hettangien supérieur.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

I. Liernais et Bar-le-Régulier. — Nous avons déjà vu que le Sinémurien débutait par des calcaires gris violacé, assez cristallins, à débris et petites oolithes ferrugineuses de la zone à *C. rotiforme* : *Vermiceras* (*Metophioceras*) *cardieri* CANAV. etc... Le Sinémurien affleure le long de la voie ferrée en plusieurs points, notamment au S de l'Hettangien dont j'ai donné la coupe (750,45 × 239,7). Il a été exploité dans plusieurs carrières encore visibles à Manlay et à Liernais.

La carrière de l'Huis Renaud (fig. 27), à Liernais, montre 4 m de Sinémurien (747 × 245,9) ; les bancs de base en calcaire compact, gris, à débris, contiennent *Schlotheimia*

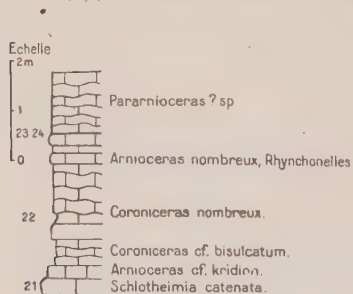


Fig. 27. — Liernais.
L'Huis Renaud.

catenata Sow. (CANAV., pl. 4, fig. 1), *Arnioceras* cf. *kridion* HEHL in ZIETEN, pl. 3, fig. 2 fragment, *Pinna* sp., *Cardinia* pl. sp., nombreuses *Gryphæa* sp. ; c'est l'extrême base de la zone à *C. bucklandi* (ou le sommet de la zone à *C. rotiforme*).

Au-dessus, le Sinémurien moyen comprend de nombreux gros *Coronoceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow. et *Coronoceras* cf. *bisulcatum* BRUG. (D'ORB. P. F., pl. 43, enroulement plus rapide, côtes plus espacées). Les deux mètres du sommet appartiennent à la zone à *A. semicostatum* ; vers sa base un banc plus épais régulier montre de nombreux *Arnioceras* : *A.* aff. *semicostatum* Y. et B.,

A. miserabile QUENST., etc., et de petites *Rhynchonelles*. Un peu plus haut un gros « *Coronoceras* », au dos épais, appartient probablement au groupe de *Pararnioceras? alcinæ* REYNÈS.

Je donnerai une coupe du Lotharingien, prise le long de la voie ferrée à l'E de Bar-le-Régulier au km 249,5 (750,5 × 240,35), de haut en bas (fig. 28) :

28. Calcaire gris-bleu clair, avec fins débris blanchâtres et traînées cristallines bleu plus foncé, se décomposant facilement en dalles; rognons et fossiles phosphatés : 0,50 m.

A la partie supérieure : *Echioceras* (*Euechioceras*) sp. = *Am. nodotianus* REYNÈS Mon., pl. 50, fig. 4-5 non D'ORB., plusieurs exemplaires.

Gryphæa cymbium LMK.

26 ? Marnes blanches à *Gryphæa cymbium* LMK., *Belemnites* (*Prototeuthis*) *acutus* MILL. 0,20 m.

25. Calcaire bleu assez clair, à traînées irrégulières et débris de coquilles, *Gryphæa cymbium* LMK. 1,10 m.

A la base : *Promicroceras pyritosum* SPATH., 1926, pl. 9, fig. 4 ac.

Asteroceras sp.

24. Calcaire gris à débris assez compact 1,75 m.
Dans la partie inférieure, nombreux *Arnioceras* et *Cardinies*.

La couche (24) est encore sinémurienne ; le Lotharingien, épais de 2 m environ, comprend les bancs (25-28), il se termine par des calcaires à nodules phosphatés de la zone à *E. raricostatum*. Nous verrons des bancs de calcaire un peu plus marneux, sensiblement contemporains, à la base de la coupe du Lias moyen du SW de la montagne de Bar.

II. **Sombornon.** — Le calcaire à Gryphées forme quelques surfaces structurales bien dégagées, par exemple, à l'E de Savigny-sous-Mâlin, au SW et au NW de Remilly-en-Montagne ; en ce dernier point j'ai noté l'existence de Dolines. On pourrait étudier le détail de la série dans quelques petites carrières temporaires ou à la surface des champs. Ainsi une petite excavation à l'WSW de Remilly en 780,3 × 257,2, montre le Sinémurien à *Gryphæa arcuata* LMK., *Coroniceras* sp. ; au-dessus, dans les champs, on ramasse la faune lotharingienne : *Asteroceras* sp., *Schlotheimia* (*Charmasseiceras*) sp.

Mais à environ 500 m au S, un point remarquable est à signaler. On voit dans les champs un ou deux bancs de calcaire marneux compact à oolithes à patine noire, qui m'ont donné un * *Asteroceras obtusum* Sow. assez typique (tours un peu plus carrés et un peu moins élevés), légèrement roulé, associé à de nombreuses formes pliënsbachiennes et à *Amaltheus margaritatus* MONTF. Il y a donc eu, dans le voisinage, des remaniements qui ont affecté et détruit en bonne partie les dépôts lotharingiens, sans doute peu épais ; ils ont à peine 2 m dans la région.

III. **Arnay-le-Duc, Bligny-sur-Ouche, Ivry-en-Montagne.** Au S de Veilly (771,9 × 237,8) le puits de M. Liébaut déjà cité (p. 255) a traversé 7 m de cal-

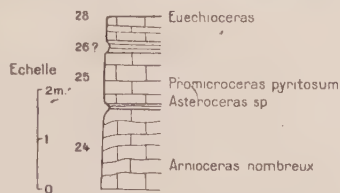


Fig. 28. — Bar-le-Régulier (tranchée de la voie ferrée).

258 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
caire à Gryphées, dont 2 m environ sont lotharingiens ; il reste 5 m pour le Sinémurien ; cette épaisseur faible semble normale pour toute la région ; c'est d'ailleurs celle du type même de l'étage à Semur.

La zone à *C. rotiforme* est peu épaisse (0,50 m à 0,80 m).

Je l'ai vue dans les talus des rectifications de la route nationale N. 6 au S d'Arnay-le-Duc (765,65 × 236,25) et à Ivry-en-Montagne (vers 774,5 × 228,5) ; elle est formée de calcaire gris bleuté, assez cristallin, devenant gris clair ou brun par altération ; il semble un peu plus marneux que les bancs suivants de la zone à *C. bucklandi*. Il contient de nombreuses Cardinies et une faune de petits Gastéropodes, à test en calcite :

Vermiceras ou *Metophioceras* sp., fragment (Ivry).

Coroniceras sp. (Ivry).

Coroniceras rotiforme Sow. : REYNÈS Mon., pl. 8, fig. 4-5, côtes un peu moins nombreuses et plus fortes, tours plus épais (Ivry).

Coroniceras rotiforme Sow., tours un peu moins épais que le précédent cf. REYNÈS Mon., pl. 8, fig. 3 (Arnay-le-Duc).

Schlotheimia (*Charmasseiceras* ?), petite forme assez rongée, indéterminable.

Schlotheimia scolioptycha WÄHNER, pl. 23, fig. 14, petite taille (Ivry).

Cardinia hybrida Sow.

Pleurotomaria anglica DEFR.

Promathildia sinemuriensis MARTIN.

Promathildia jobe TERQ. var. *terquemi* MARTIN.

Acteonina (*Ovacteonina*) sp.

Radiole d'Oursin.

Je rapporte aussi à la zone à *C. rotiforme* le niveau à oolites ferrugineuses, déjà signalé à propos de l'Hettangien à 300 m au N, sur la même rectification (cf. p. 255).

Le Sinémurien moyen, à nombreuses Gryphées et gros *Coroniceras*, est bien visible dans la partie S de la rectification d'Ivry-en-Montagne (774,55 × 228,45) ; on le voit aussi, mais moins bien, près d'Arnay-le-Duc, ainsi qu'à la base des carrières que je vais décrire maintenant, son épaisseur est de 2 m environ.

1. — Coupe du talus N de la route à l'entrée E d'Antigny-le-Château (769,7 × 238,65), de haut en bas :

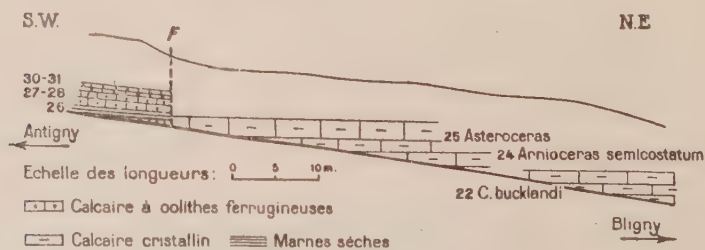


Fig. 29. — Coupe de la route d'Antigny-le-Château.

30-31. Calcaire légèrement marneux bleu ou gris clair, s'altérant en rouge-brun, nombreuses petites oolithes noires : 0,20 m.

Uptonia sp., fragment.

Terebratulula punctata Sow.

Rhynchonella sp. = *R. calcicosta* RAU, 1905, pl. 1, fig. 115-117.

Rhynchonella squamiplex? QUENST.

28-27. Calcaire violacé, voisin de celui du banc 30-31, avec quelques traînées phosphatées; toujours oolithes noires et petits débris ferrugineux : 0,40 m.

En haut : *Echioceras* pl. sp. du groupe d'*E. raricostatum* ZIETEN.

Ozynoticeras sp.

En bas : *Echioceras* (*Echioceratoides*) *viticola* DUM. L. Inf., pl. 31, fig. 12.

Echioceras (*Pleseechioceras*) cf. *delicatum* S. BUCKM.

Ozynoticeras cf. *oxynotum* QUENST. à costulation très forte : WRIGHT, pl. 46, fig. 4-5.

Ozynoticeras lotharingicum REYNÈS Mon., pl. 48, fig. 7-8.

Ozynoticeras oppeli? SCHLOEN., très rongé.

Rhynchonella sp. = *R. calcicosta* RAU, 1905, pl. 1, fig. 115-117 non QUENST.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. deffneri* OPP.

Spiriferina betacalcis QUENST.

26. Calcaire marneux feuilleté en plaquettes : 0,10 m.

Gagaticeras gagateum Y. et B. : S. BUCKM. Y. T. A., pl. 78 et formes voisines, très abondant.

Asteroceras sp.

Asteroceras (*Ægasteroceras*) *sagittarium* WRIGHT, pl. 52, fig. 4-5, un peu moins épais, carène plus marquée.

Arietites cf. *turneri* WRIGHT, pl. 12, fig. 1-4.

Gryphæa cymbium LMK.

Zeilleria aff. *cor* LMK.

25. Calcaire gris, cristallin, assez compact; seule la partie supérieure de ce banc est visible. Une petite faille remonte légèrement la portion S du talus, où l'on voit les couches suivantes :

Calcaire gris cristallin identique à 25 : visible sur 0,80 m.
(il doit avoir au total 2 m à partir du banc à *Gagaticeras*).

Asteroceras sp., grande taille.

Asteroceras cf. *brooki* Sow. : REYNÈS Mon., pl. 37, fig. 3-4, sillons externes plus larges, côtes plus infléchies en avant.

24. Calcaire bleu compact, assez cristallin : 0,20 m.

Pararnioceras? sp. : cf. WRIGHT, pl. 4, fig. 1-4.

Arnioceras semicostatum Y. et B. : BUCKM. T. A., pl. 112.

Arnioceras pl. sp. du groupe de *A. geometricum* OPP.

Cardinia sp., grande taille.

22. Calcaire bleu cristallin; à la base *Coroniceras* sp., grande taille 2 m.

Le banc (22) appartient seul à la zone à *C. bucklandi*; la faune de (24) est caractéristique de la zone à *A. semicostatum* avec l'espèce indice bien typi-

que. Le Lotharingien inférieur (25), est visible sous une épaisseur réduite à cause de la faille. Le reste du Lotharingien est peu épais, l'horizon à *Gagaticeras* est un mince lit de calcaire feuilleté ; les deux horizons à *Oxynoticeras oxynotum* et *Echioceras raricostatum* sont condensés en 0,40 m et contiennent de petites oolites noires ; le niveau à *D. armatum* semble manquer, car le banc (30-31) appartient à la base du Pliensbachien.

2. *Environs de Bligny.* — Une coupe semblable, mais moins fossilifère, se voit sur la route de Bligny, au S d'Auxan (vers 773,5 × 237,85) ; le Sinémurien supérieur contient de nombreux

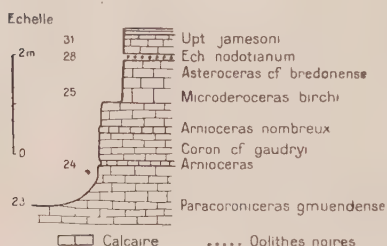


Fig. 30. — Ecutigny.

Arnioceras : *A. cf. semicostatum* Y. et B. (Hyatt, pl. 2, fig. 15) etc. et *Coroniceras resurgens* Dum. Ce même niveau affleure encore ainsi que la partie terminale de la zone à *C. bucklandi*, à 200 m à l'E dans une petite excavation ; en ce point, à 0,30 m au-dessus d'un banc à nombreux *Arnioceras* et *Rhynchonelles* j'ai recueilli *Aetomoceras scipionianum* d'ORB. On retrouve de nombreux fossiles de ces niveaux dans les murs des environs.

Au SE de Bligny, près d'Ecutigny (774,3 × 234,15), une autre vieille carrière montre de haut en bas (fig. 30) :

33 ? Calcaire marneux feuilleté à décomposition granuleuse 0,10 m.

31. Calcaire marneux compact, gris clair, à grain fin, avec localement nombreux débris cristallins 0,40 m.

A la partie supérieure :

Uptonia jamesoni Sow. : WRIGHT, pl. 51, fig. 4, taille double.

Uptonia jamesoni Sow. : cf. QUENST. Am. pl. 31, fig. 7, côtes un peu plus espacées.

28. Calcaire marneux gris, à petites oolites noires ou grains ferrugineux ; nombreux *Echioceras* (*Plesechioceras* et *Euechioceras*) voisins d'*E. nodotianum* d'ORB. et calcaire noir feuilleté à Bélemnites 0,10 m.

25. Calcaire bleu-noir, assez cristallin à la partie inférieure, un peu plus marneux et souvent tacheté de brun à la partie supérieure : 0,80 m.

Schlotheimia boucaultiana d'ORB. P. F., pl. 90, grande taille ; REYNÈS, pl. 42, fig. 3.

Asteroceras sp. (en haut).

Asteroceras cf. *bredonense* SPATH, 1925 = WRIGHT, pl. 21, fig. 1-2, côtes plus droites comme dans *A. suevicum* QUENST.

Microderoceras birchi Sow. (vers la base).

25 ? et 24 b. Calcaire gris-bleu à débris, assez cristallin. 1,10 m.

Vers le milieu, banc riche en *Arnioceras*, *Asteroceras*? sp. et *Rhynchonelles*.

A la partie inférieure : *Coroniceras*? aff. *gaudryi* REYNÈS : cf. HYATT, pl. 6, fig. 14, côtes plus nombreuses, section encore plus large.

24 a. Calcaire gris à débris, un peu marneux, fossiles en calcite rouge : 0,10 m.

Arnioceras miserabile QUENST. Jura, pl. 8, fig. 7, un peu moins serpenticon.

Arnioceras aff. *semicostatum* Y. et B. : HYATT, pl. 2, fig. 15, sans carène latérale et nombreuses formes voisines.

23. Calcaire gris-noir, à débris, en petits bancs réguliers, assez nombreuses *Gryphaea arcuata* LMK. 0,80 m.

A la base : *Paracoronoceras gmuendense* OPP. : REYNÈS Mon., pl. 16, fig. 1-2, côtes plus régulièrement arquées : plus serrées que dans *A. Crossi* WRIGHT.

Les bancs (23, 24 a, 24 b) appartiennent au Sinémurien supérieur. La limite entre (24 b) et (25) est difficile à préciser, l'*Asteroceras*? sp. noté sur le terrain n'a pu être dégagé; de toutes façons le Lotharingien inférieur a 1,50 m d'épaisseur au maximum. On le voit affleurer aussi, plus près de Bligny, dans les talus de la route; j'y ai recueilli *Promicroceras planicosta* SOW. (SPATH, 1926, pl. 9, fig. 1).

Le Lotharingien supérieur (28) est encore plus réduit qu'à Antigny, 10 cm à 15 cm de calcaire à oolithes noires et *Echioceras* (*Pleschiceras*) du groupe de *E. nodotianum* D'ORB. Le Lotharingien, affleure encore, toujours très réduit, dans une ancienne carrière* à l'W de Thomirey (770,8 × 234).

Ainsi, dans toute cette région de Bligny, le Sinémurien supérieur, épais de 2 m environ, est assez fossilifère, mais il n'a pas encore été possible de retrouver exactement tous les horizons précisés à Semur : cela tient en partie au fait que j'ai récolté surtout des *Arnioceras* très difficiles à déterminer.

Le Lotharingien inférieur a environ 1,50 m d'épaisseur et parfois moins; le Lotharingien supérieur est encore plus réduit et contient des oolithes noires. A Antigny il a 0,50 m et les divers horizons sont représentés, sauf l'horizon à *D. armatum*; à Ecutigny, il n'a que 0,10 m et contient seulement quelques *Echioceras*; à Thomirey il semble aussi réduit et peu fossilifère.

LE LIAS MOYEN (PLIENSBACHIEN et DOMÉRIEN)

I. **Bar-le-Régulier.** — Une ancienne exploitation de marno-calcaire à ciment, au SW de la Montagne de Bar (751,15 × 239,2), près de la gare de Manlay, donne les coupes suivantes.

Le front N montre, de haut en bas :

38 b. Marnes avec rares bancs de calcaire marneux; inaccessibles environ. 4 m.

38 a. Marnes avec quelques bancs de calcaire marneux tendre, à Ammonites pyriteuses écrasées; nodules de pyrite : 3,25 m.

Amaltheus margaritatus MONTE., très abondante, au milieu de la série.

Belemnites pl. sp.

La surface de quelques plaquettes de calcaire marneux porte de nombreux petits articles d'Encrines.

37. Marnes et calcaire marneux : 1 m.

Oistoceras? ou *Ægoceras* sp. écrasés, à test de limonite.*Belemnites* (*Hastites*) *clavatus* STAHL.*Zeilleria numismalis* LMK.

36. Calcaire marneux, gris légèrement bleuté : 0,80 m.

Prodictyloceras davæi Sow., abondant.*Rhynchonella variabilis*? SCHLOTH. = RAU, 1905, pl. 1, fig. 108.

35. Marnes et bancs de calcaire marneux plus nombreux qu'au-dessus : 1,10 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *maculatum*? Y. et B.*Ægoceras* (*Androgynoceras*) sp., abondants.*Belemnites* (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAINV.*Belemnites* (*Hastites*) *umbilicatus* BLAINV. etc...

Au même niveau ou légèrement en-dessous, dans la partie E de la carrière, à 150 m du front précédent :

35 ou 34. Calcaire marneux gris clair à *Ægoceras* ou *Beaniceras* sp., petite taille; banc de calcaire marneux à débit parallélipipédique, calcaire marneux gris à *Lytoce-
ras* du groupe de *L. fimbriatum* Sow., *Inoceramus* (*Pernomytilus*) *nobilis* GOLDF.

. 0,50 m.

34. Marnes et calcaire marneux environ 1 m.

A la base, calcaire jaune ferrugineux plus compact se débitant en parallélépipèdes : *Liparoceras* sp. du groupe de *L. cheltiense* MURCH., *Belemnites* (*Hastites*) *clavatus* STAHL., *Inoceramus* sp.

- 31-33. Calcaire marneux, gris, feuilleté, séparé par des marnes : . . . 0,30 m.

Uptonia jamesoni Sow. et formes voisines.*Tragophylloceras ibex*? QUENST., fragment très incomplet.*Acanthopleuroceras maugenesti* D'ORB.*Acanthopleuroceras* cf. *arietiforme* OPP.*Acanthopleuroceras* sp.*Tropidoceras* sp.*Tragophylloceras numismale* QUENST.

30. Marnes feuilletées et calcaire marneux tendre : 0,80 m.

Platyleuroceras sp. du groupe de *P. brevispina* Sow.*Polymorphites* sp.*Rhynchonella* sp. = *R. variabilis minor* RAU, pl. 1, fig. 98-100.

- 29? Marnes noires grumeleuses à nombreuses
- Belemnites*
- et nodules phosphatés.

. 0,35 m.

28. Calcaire marneux gris ou brun, un peu fétide, à nodules et fossiles phosphatés, localement riches en débris de coquilles, et pouvant passer à une lamachelle de *Brachiopodes* ou de *Belemnites* : 0,30 m.

Echioceras raricostatum ZIETEN.*Echioceras* (*Euechioceras*) *angustilobatum* TRUEM. et W. S. BUCKM. T. A., pl. 697.*Echioceras* (*Plesechioceras*) sp.*Oxynticeras numismale* QUENST.

Deroceras? sp., fragments très rongés.

Pleuromya sp.

Rhynchonella fronto QUENST.

Rhynchonella furcillata THÉOD.

Zeilleria subnumismalis DAV.

Nous avons ici un Pliensbachien marno-calcaire assez épais, plus de 5 m ; on remarquera toutefois que la zone supérieure à *P. davœi* (37, 36, 35) est particulièrement développée (2.40 m au moins), alors que dans la couche (33-31), épaisse seulement de 0,30 m, les fossiles de 3 horizons sont condensés : *Acanthopleuroceras*, *Tropidoceras*, *Uptonia jamesoni* Sow. Par contre l'horizon inférieur du Pliensbachien (30) avec ses *Platypleuroceras* est assez net. La couche (28) du Lotharingien supérieur montre déjà une tendance à la sédimentation calcaréo-marneuse.

Les marnes domériennes, épaisses de 7 m à 8 m dans la carrière (38 *ab*), ont une puissance totale d'au moins 30 m à 40 m. En suivant le chemin du sommet de la montagne de Bar, on voit dans les murs ou dans les ravissements du sol le *Domérien supérieur* ; c'est un calcaire, tantôt assez marneux et à grain fin, tantôt gris-bleu, à nombreux débris cristallins dans un ciment plus marneux, il contient localement de petites oolites ferrugineuses ; ses bancs durs imposent une augmentation de pente au chemin ; ils semblent affleurer sur 20 m à 30 m.

II. Sombornon. — Comme je l'ai indiqué, à 1,5 km environ au SW de Remilly, on voit dans les champs un ou deux bancs de calcaire marneux gris clair compact, de 10 cm à 15 cm d'épaisseur, qui forment de grandes dalles disloquées et ramenées en surface par les labours profonds. Ce calcaire renferme de petites pseudoolithes blanches à couche corticale noire (pl. 10, fig. 1, 3-4), inégalement répartie et une faune abondante de Bélemnites et d'Ammonites appartenant à différents niveaux (cf. p. 257).

Ce sont les formes du Pliensbachien supérieur qui dominent :

Prodactylioceras davœi Sow.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *maculatum?* Y. et B.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *latæcosta* Sow.

Oistoceras figulinum? SIMPS., fragment.

Lytoceras sp. du groupe de *L. fimbriatum* Sow.;

Les formes du Pliensbachien inférieur sont assez fréquentes :

Uptonia jamesoni Sow. : QUENST. Am., pl. 31, fig. 7.

Uptonia cf. *lata* QUENST. Am., pl. 31, fig. 9.

Tropidoceras cf. *stahli* OPP.

Les *Amaltheus margaritatus* MONTF. du Domérien inférieur ne sont pas rares, mais leur gangue semble contenir des oolites un peu moins nombreuses. Enfin j'ai ramassé un exemplaire d'*Asteroceras obtusum* Sow. qui diffère légèrement du type par ses tours moins élevés et sa section un peu plus carrée; les Bélemnites sont

abondantes. Étant donné les conditions de gisement, il est difficile de dire s'il y a un seul ou plusieurs banes, en tout cas il ne doit pas y en avoir plus de deux, car dans un même bloc j'ai recueilli *P. davæi* Sow., *A. latæcosta* Sow., *Asteroceras obtusum* Sow. et *Lytoceras fimbriatum* Sow.; et dans un autre *U. jamesoni* Sow., *P. davæi* Sow. et *Amaltheus margaritatus* MONTF.

Nous sommes donc là en présence d'un dépôt pliënsbachien et domérien inférieur, d'épaisseur très réduite, en raison sans doute des courants sous-marins qui régnaient; les fossiles, à part l'*Asteroceras*, ne sont pas remaniés ni roulés, leur moulage interne comme leur gangue contient de petites pseudoolithes disposées irrégulièrement; les coquilles présentent souvent des encroûtements ferrugineux qui paraissent contemporains de la sédimentation. Il semble qu'on soit en présence d'un dépôt très lent, mais continu, du Pliënsbachien et du Domérien inférieur, ou d'un dépôt réduit du Pliënsbachien inférieur terminé par un hard-ground où se seraient accumulées et encroûtées des coquilles du Pliënsbachien supérieur et du Domérien inférieur.

Le Domérien moyen comprend une série de marnes micacées, épaisse d'environ 50 m; ses couches terminales se voient, à la base du Domérien supérieur plus calcaire, le long de la route de Somberton à Dijon (780,1 × 259,15) et mieux encore sur la route de Remilly par Trembloy vers 778,8-779 × 257-256,9; de haut en bas :

41. Schistes carton.

40 ? Marnes sableuses rouille et blocs de calcaire altéré 0,40 m.

39 e. Calcaire gris-bleu cristallin, parfois crinoïdique, riche en débris d'organismes :
 0,40 m.

Paltoptero-ceras spinatum BRUG.

Paltoptero-ceras pseudocostatum HYATT : MONEST. Amalt., pl. 8, fig. 19.

Pleuromya unioides AGASS.

Ostrea sp. formant localement lumachelle au sommet.

Belemnites pl. sp., nombreuses.

Rhynchonella cf. *amalthei* QUENST.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. tetraedra* DAV. sup., pl. 28, fig. 41.

Rhynchonella sp., petite taille.

39 d. Marnes à Bélemnites, *B. breviformis* VOLTZ, *B. bruguierianus* D'ORB.
 0,30 m.

39 c. Calcaire marneux compact, à grain fin, avec accumulations locales de débris de coquilles : 0,60 m.

Pseudoptecten æquivalvis Sow.

Belemnites pl. sp.

Gryphæa gigantea Sow.

39 b. Marnes et calcaire marneux 0,60 m.

29 a. Calcaire très compact, à grain fin, avec nombreux débris de coquilles à la partie supérieure : 0,30 m.

Pseudopecten æquivalvis Sow.

Belemnites pl. sp.

Rhynchonella sp.

38 d. Marnes et calcaire marneux feuilleté 5 m à 6 m.

38 c. Calcaire marneux brun ou gris, compact, à grain très fin, formant trois bancs de 0,20 m, séparés par d'épaisses couches de marnes : 3 m.

Mytilus thiollieri DUM.

Pecten acuticosta LMK.

Amaltheus margaritatus MONTF. : MONEST. Amalth., pl. 5, n° 2, fig. 3.

Cette dernière Ammonite est rangée par Monestier dans l'horizon supérieur de la zone à *A. margaritatus*; il semble donc que le Domérien inférieur comprenne encore les couches (38 c et d); seuls les bancs (39 a-e) appartiendraient au Domérien supérieur.

III. Bligny-sur-Ouche. — Au sommet des coupes du Lotharingien, j'ai déjà indiqué (pp. 259-260) la présence de calcaire marneux gris compact, à grain fin, peu épais, renfermant *Uptonia jamesoni* Sow.

A Antigny-la-Ville, ce niveau renferme de petites oolithes noires; il en est de même à Thomirey, où la zone affleure sur 0,50 m; à sa base j'ai recueilli un *Platyleuroceras* du groupe de *P. brevispina*? Sow. Sur la route d'Ecuitigny (774,5 × 234,5), à moins de 0,50 m au-dessus du Lotharingien, j'ai ramassé *Tropidoceras* sp.

Enfin une mare au S de Veilly (771,9 × 238), à 150 m environ au N du puits de M. Liébaut (cf. p. 257), montre la partie supérieure du Pliensbachien :

Terre végétale 0,60 m.

37. Marne brune; fragments d'*Ægoceras* (*Androgynoceras*) phosphatés. 0,50 m.

A la base, *Lytoceras* sp. et nombreuses Bélemnites.

36. Calcaire marneux gris rosé compact : 0,05 m.

Prodactylioceras davæi Sow.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *maculatum* Y. et B.

Lytoceras fimbriatum Sow.

35 ? Marnes grises à très nombreuses Bélemnites 0,30 m.

33. Calcaire marneux gris à rares petites oolithes noires recristallisées; *Acanthopleuroceras* sp. 0,25 m.

En rapprochant ces différentes données, nous voyons que le Pliensbachien est ici beaucoup moins épais et plus calcaire qu'à Bar-le-Régulier; son épaisseur est de 1,50 m à 2 m au lieu de 5 m; cependant les différentes zones sont présentes.

La partie supérieure des marnes domériennes est exploitée sur 6 m à 7 m

266 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
à l'W de Bligny (776,35-40 × 236,7) ; ce sont des marnes gris-bleu micacées
assez friables, coupées par quelques banes de calcaire marneux brun peu

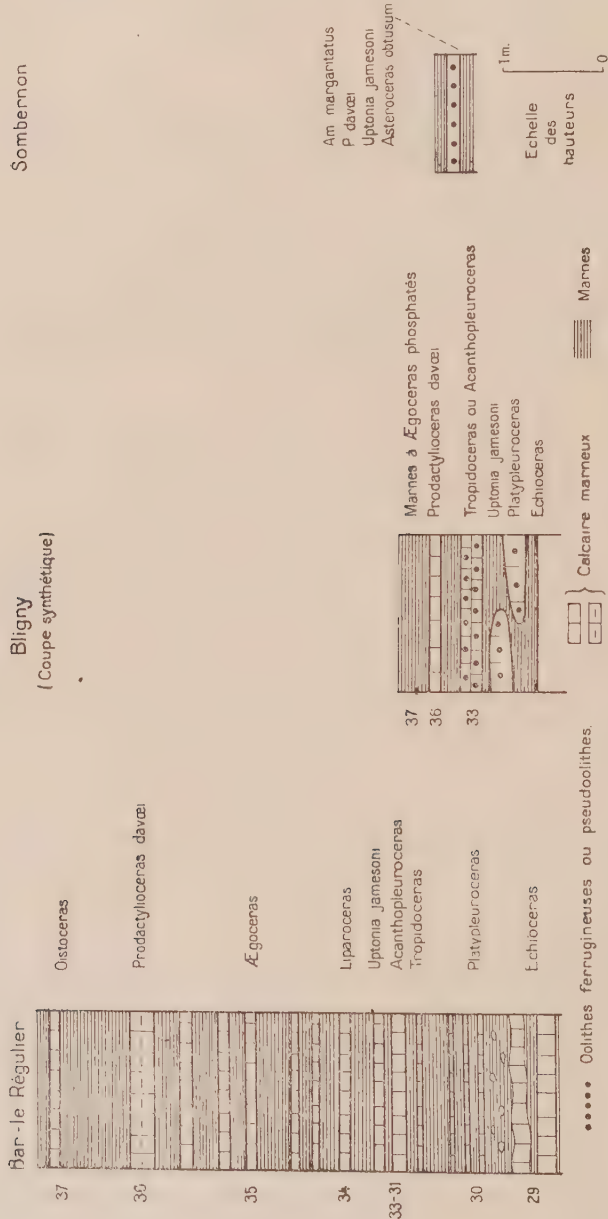


Fig. 34. — Pliensbachien de la bordure Est du Morvan.

consistant ; à 2 m de la base de l'exploitation, on voit un lit de miches de
calcaire marneux compact non fossilifère. Les bancs de calcaire marneux

compact doivent correspondre à la base du Domérien supérieur, car on y rencontre *Gryphaea gigantea* Sow., et vers le sommet *Pseudopecten æquivalvis* Sow. *Harpax pectinoides* LMK.

Les calcaires de la zone à *P. spinatum* affleurent sur 4 m à 5 m, par exemple, le long du chemin montant au-dessus de la gare au flanc de la cote 472 (776,15 × 237,3) (une faille doit passer dans le voisinage car plus bas, le long du même chemin, on ramasse dans les champs une faune toarcienne).

Le schéma ci-contre (fig. 31) résume les variations de faciès du Pliensbachien de cette bordure E. du Morvan : le Domérien paraît plus uniforme.

LIAS SUPÉRIEUR

Il est formé de marnes ou d'argiles grises micacées alternant, dans la partie inférieure, avec quelques bancs de calcaire marneux.

A la Montagne de Bar, je ne les ai vues que dans deux abreuvoirs où elles étaient très peu fossilifères.

Au N de Bligny, le petit chemin, déjà cité, montant au-dessus de la gare, conduit à des exploitations d'argile pour poteries (775,9 × 237,9) ; ces argiles grises, visibles sur 4 m à 5 m d'épaisseur, contiennent *Amussium pumilus* LMK., *Trochus subduplicatus* D'ORB., *Belemnites (Dactylioteuthis) irregularis* SCHLOTH.

Au S d'Ivry-en-Montagne, la rectification de la route nationale n° 6 a traversé les couches du Toarcien ; je n'ai pas vu les bancs en place, mais seulement les déblais des travaux (775,2 × 228,3). On peut reconstituer ainsi la série, de bas en haut :

— Calcaire brun clair, en plaquettes, à débris de Poissons ; *Dactylioceras* sp. et petits bancs de calcaire compact (Toarcien inférieur) ;

— Marnes et calcaires marneux à *Hildoceras bifrons* BRUG., *Dactylioceras (Peronoceras) præpositum* S. BUCKM. T. A., pl. 701 fragment, *Belemnites (Dactylioteuthis) irregularis* SCHLOTH., B. (*Acrocœlites*) *tricissus* JANN. du Toarcien moyen ;

— Calcaire marneux, plus compact, du Toarcien supérieur renfermant :

Grammoceras cf. *striatulum* Sow.

Grammoceras cf. *costigerum* S. BUCKM. T. A., pl. 686.

Grammoceras sp. = *G. doerntense* DENCKM., pl. 8, fig. 2.

Grammoceras sp. à côtes bifides.

Pseudogrammoceras cotteswoldiæ ? S. BUCKM., fragment.

Trochus subduplicatus D'ORB.

Nucula hammeri DEFR.

Belemnites (Dactylioteuthis) irregularis SCHLOTH.

Et plus haut : *Grammoceras* cf. *doerntense* DENCKM., ombilic ouvert cf. BUCKM. Inf. Ool., pl. 29, fig. 4.

Phlyseogrammoceras metallarium DUM. L. sup., pl. 16, fig. 2, costulation atténuée.

etc...

Enfin la région de Sombernon nous fournira quelques indications plus précises sur la base et le sommet du Lias supérieur.

Le long de la route de Dijon, vers 780,1 × 259,15, on voit bien la base

268 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
du Toarcien au-dessus du Domérien supérieur ; les couches se succèdent
ainsi de haut en bas :

42. Schistes carton gris-bleu avec écailles de Poissons : 1,50 m.
Dactylioceras sp. écrasé; *Posidonomya bronni* VOLTZ.
- 41 b. Calcaire bitumineux plus compact, assez sonore, se débitant en plaquettes.
. 0,30 m à 0,35 m.
- 41 a. Schistes carton très feuilletés : 0,25 m à 0,35 m.
Cœloceras sp., écrasé.
Dactylioceras sp., écrasé.
Belemnites sp.
Rhynchonella sp., écrasée.
Inoceramus dubius Sow.
- 40 c. Marnes avec nodules de calcaire gris compact, pyriteux : 0,20 m.
Dactylioceras sp. : cf. *Steph. annulatum* WRIGHT, pl. 84, fig. 7, côtes un peu
plus fortes et plus espacées dans les tours internes.
Plusieurs autres *Dactylioceras* à côtes fines, voisins.
Tous ces échantillons pyriteux oxydés en limonite sont difficiles à conserver.
Belemnites bruguierianus D'ORB., fréquente.
- 40 b. Calcaire gris irrégulier, à débris; nombreuses Huîtres. 0,10 m.
- 40 a. Marnes graveleuses avec masses de pyrite altérée en limonite pulvérulente;
Bélemnites, Myaires. 0,35 m.
- A la base : lits irréguliers de galets de calcaire qui ont souvent une structure oolithe.
39. Calcaire bleu, compact, à grain fin ou cristallin :
Paltoleuroceras spinatum BRUG.
Rhynchonella sp.

Le calcaire de base est domérien supérieur ; il semble y avoir à son sommet une petite lacune dans la sédimentation, indiquée par la présence des blocs de calcaire roulés de la base de la couche (40 a). Celle-ci ainsi que les suivantes appartient au Toarcien inférieur ; en particulier le niveau très pyriteux (40 c) à *Dactylioceras* à côtes fines semble représenter la zone à *D. tenuicostatum*, que nous avons déjà trouvée en Auxois. Les schistes-carton contiennent des *Dactylioceras* analogues mais très écrasés.

Le long de la route de Remilly par Tremblois (cf. p. 264), au sommet des schistes-carton qu'on voit là sur 4 m à 5 m d'épaisseur, il y a quelques bancs de calcaire marneux, plus compact, riche en petits Lamellibranches, puis de calcaire jaune en plaquettes à *Orbiculoidea* sp.; au-dessus, viennent des marnes à *Hildoceras bifrons* BRUG. et *Belemnites tricissus* JANN.

Le Toarcien moyen et supérieur était exploité pour une tuilerie sur la vieille route de Dijon aboutissant en haut de Somberton (779,8 × 259,35); c'est une argile à peine calcaire, très micacée, avec concrétions ou plaquettes gréso-micacées, visible sur 15 m; elle se situe entre 25 m et 40 m au-dessus de la base du Toarcien; très peu fossilifère, elle m'a donné seulement deux échantillons de *Belemnites* (*Dactylio-*

leuthis) *irregularis* SCHLOTH.; les argiles se poursuivent encore sur 15 m à 20 m au-dessus de la carrière.

Enfin le sommet de ces argiles gréséo-micacées a été atteint à la base de la carrière de calcaire bajocien, située au SW de Sombornon (778,2 × 258,6); elles contenaient quelques fragments de *Pleydellia* sp. que G. Dubar considère comme d'âge un peu plus récent que *P. aalensis* typique.

Ainsi à Sombornon, les marnes du Lias supérieur, épaisses d'environ 50 m à 60 m, comprennent une série d'horizons depuis le Toarcien inférieur jusqu'à l'Aalénien moyen. A Ivry, nous avons une coupe assez complète et normale du Toarcien, seule la base n'était pas visible.

AALÉNIEN SUPÉRIEUR et BAJOCIEN

Les marnes liasiques sont couronnées par une épaisse série de calcaires cristallins, peu fossilifères, ce qui en rend l'étude plus difficile.

A la montagne de Bar, cette série comprend d'abord des calcaires assez cristallins, à débris, avec petites et grosses Entroques dans un ciment brun, visibles sur plus de 10 m. Au-dessus viennent des calcaires assez compacts, à fins débris roulés, présentant une structure pseudoolithique ou même oolithique (6 m à 8 m au moins); vers le haut, on note un banc riche en *Amussium pumilus* LMK. et autres Pectinidés et des couches plus tendres, un peu crayeuses, à débris de *Cidaris*. Au sommet de la montagne, on voit des calcaires gris bleuté compact, légèrement marneux, dont les fossiles sont mis en relief par l'érosion.

La partie supérieure des couches a été enlevée par l'érosion; les bancs présentent d'ailleurs un fort pendage ESE, la masse calcaire ayant basculé sur les marnes sous-jacentes. J'ai recueilli, hors place, vers la base, *Sonninia marginata* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 62 et pl. 63, fig. 2 à côtes assez effacées au bord externe; c'est une forme de la base du Bajocien.

A Sombornon, un sondage fait pour l'Electricité de France à La Chaleur (777,6 × 260,9) a traversé 28,60 m de calcaire soit :

Calcaire à Polypiers	de 0 m à 17 m.
Calcaire à débris très fossilifère :	de 17 m à 19,50 m

Acanthothyris cf. *paucicostata* BUCKM. et WALK.

Aulacothyris sp.

Pecten sp.

Plagiostoma sp.

Calcaire à grosses Entroques	de 19,50 m à 27 m.
Calcaire marneux noirâtre, pyriteux, à grosses Entroques.	de 27 m à 28,60 m.

En-dessous, de 28,60 m à 40 m, venaient des marnes schisteuses à passées gréseuses, pistes de vers, de l'Aalénien moyen ¹. Un autre sondage, voisin, a montré, au-dessus des calcaires à Polypiers, 2 m de calcaire en dalles à Entroques et fins débris ¹ qui pourrait correspondre au calcaire à Gervillies.

¹ Ces renseignements m'ont été communiqués par le service sondages du B. R. G. G.

La base de la série est visible dans une petite carrière au SW de Sombornon (778,2 × 258,6), de haut en bas :

- Calcaire à Polypiers, formant des bancs séparés par du calcaire à Entroques. 2 m.
- Calcaire à Entroques, riche en débris roulés à la partie inférieure : 6 m.
- Astarte* sp.
- Galeropygus scutatus* COTT.
- Rhabdocidaris horrida* MÉRIAN.
- Cidaridés, fragments de test.
- Pentacrinus crista-galli* QUENST.

A la base sur 20 cm à 30 cm, on voit un calcaire compact, gris clair avec taches roses, à grain fin, et localement de nombreux débris de coquilles :

- Terebratula* sp.
- Rhynchonella* sp.
- Polypiers coloniaux et isolés.

Ce calcaire est envahi, par endroits, de minéralisations de pyrite, chalcopryrite et blende.

A Sombornon, la série des « calcaires à Entroques » atteint donc au moins 30 m d'épaisseur ; elle est formée essentiellement de calcaire à Entroques et de calcaire à Polypiers ; à la base et au sommet des calcaires à Entroques, des niveaux à faune de Brachiopodes pourront peut-être ultérieurement permettre des synchronisations.

Le Bajocien supérieur débute par des calcaires marneux à *Ostrea acuminata* Sow. ; je les ai observés dans les champs au S de Remilly.

Aux environs de Bligny, le Bajocien affleure dans toute la falaise orientale de la vallée de l'Ouche. Une assez bonne coupe se suit sur la route de Crépey, au delà du cimetière (777,55-80 × 236-235,9) ; en descendant de l'E à l'W :

‡ Calcaire blanc en plaquettes.

- 67. Marnes grumeleuses avec petits blocs calcaires à la base : 2,50 m à 3 m.

- Garantia* sp.
- Rhynchonella* sp.
- Ostrea acuminata* Sow.

----- surface perforée.

- 65 ‡ Calcaire jaune clair, compact, cristallin, riche en débris d'organismes ; concrétions siliceuses (Chailles) fréquentes dans la partie inférieure : 4 m à 5 m.

- Pholadomya* cf. *buccardium* AGASS.
- Ostrea* sp., *Pinna* sp.
- Pentacrinus* sp.

- 64. Calcaire gris brunâtre, cristallin, à grain fin : 1,30 m.

- Stephanoceras* (*Stemmatoceras*) cf. *coronatum* QUENST. Ann., pl. 66, fig. 11.
- Stephanoceras* sp., fragment voisin du précédent.
- Alectryonia marshi* Sow.
- Chlamys dewalquei* OPP.

63 ? Calcaire gris, cristallin, à grain fin; nombreux débris d'Encrinés, et autres, roulés, formant des bancs épais assez réguliers : 8 m à 10 m.

Rhynchonella pl. sp. du groupe de *R. quadriplicata* ZIETEN.

Lamellibranches.

62 ? Calcaire marneux blanc, à grain fin, en bancs discontinus irréguliers dans des marnes calcaires : visible sur 3 m à 4 m.

Balanocidaris cucumifera AGASS. radioles nombreuses.

Rhynchonella sp. du groupe de *quadriplicata* ZIETEN.

Terebratula sp.

Gastéropodes, moules internes.

Les bancs inférieurs ne sont pas visibles ici; les éléments d'une coupe analogue se voient aussi le long de la vieille route de Crépey; les calcaires à Polypiers sont bien visibles sur plus de 10 m dans de vieilles carrières au NE de Bligny (777,25 × 236,7-8), ou le long de la voie ferrée et de la route de Dijon au N d'Oucherotte.

Au total, on retrouve ici les éléments classiques des calcaires bajociens de Bourgogne, leur épaisseur atteint sûrement 40 m; ils débutent probablement avec l'Aalénien supérieur¹ et se poursuivent jusqu'au Bajocien moyen, daté ici par *Stemmatoceras coronatum* QUENST.; les couches terminales contiennent des Chailles comme cela arrive généralement en Bourgogne. Le Bajocien supérieur débute par des marnes grumeleuses à *Ostrea acuminata* Sow., datées ici par une *Garantia*.

Série stratigraphique de la feuille de Beaune

(Bordure orientale du Morvan).

BAJOCIEN sup.	Calcaire marneux jaune en plaquettes.	} au moins 30 m.
15 m.	Marnes à <i>Ostrea acuminata</i> , <i>Garantia</i> sp.	
moy.	Calcaire à silex (4 m à 5 m à Bligny).	
inf.	Calcaire, cristallin à * <i>St. coronatum</i> .	
AALÉNIEN sup.	Calcaire à Entroques et calcaire à Polypiers.	}
inf.	Calcaire gris feuilleté, qui est probablement le niveau de <i>Ludw. callosa</i> , <i>Ludw. munchisonæ</i> .	
TOARCIEN sup.	Argiles micacées à <i>Pleydellia</i> sp. (Somberton).	} 50 m à 60 m.
moy.	Marnes micacées et calcaire marneux à :	
inf.	— * <i>Grammoceras</i> cf. <i>striatulum</i> , <i>Pseudogram. cot-teswoldiæ</i> , <i>Phlyseogram.</i> , <i>Trochus subduplicatus</i>	
	<i>Nucula hammeri</i> (Ivry-en-Montagne);	
	— <i>Hildoceras bifrons</i> .	
	Schistes carton à <i>Dactylioceras</i> , <i>Cæloceras</i> et écailles de Poissons.	}
	* Marnes et calcaire pyriteux à <i>Dactylioceras</i> cf. <i>annulatum</i> (0,20 m à 0,40 m).	

¹ On admet généralement que la série calcaire débute en Bourgogne avec la zone à *L. munchisonæ*. Chaput et Ciry (1928) citent de très rares exemplaires de cette espèce à la base du relief « bajocien ». La collection du laboratoire de géologie de l'Université de Dijon possède en outre une *Ludwigia* aff. *callosa* S. BUCKM. provenant de Grosbois; cette forme appartient à un niveau un peu plus élevé de l'Aalénien, la zone à *L. concava*.

DOMÉRIEN 60 m environ.	{ Calcaire cristallin ou marneux compact alternant avec des marnes à <i>P. spinatum</i> , <i>P. pseudocostatum</i> , <i>Pecten æquivalvis</i> (5 m à 10 m). Marnes micacées (40 m à 50 m). Marnes et * calcaire marneux tendre à <i>Anialtheus margaritatus</i> (Bar) ou * calcaire marneux à pseudoolithes noires à <i>Anall. margaritatus</i> * (Sombornon).
PLIENSBACHIE * 0,15 m à 5,50 m.	{ Marnes et calcaires marneux (5,50 m : Près de Bligny, série Bar) avec : réduite à moins de — * <i>Oistoceras</i> ? 2 m, avec pseudoolithes noires. — * <i>P. davœi</i> , — * <i>Ægoceras maculatum</i> , — * <i>Liparoceras cheltiense</i> ? * A Sombornon, 1 seul — * <i>Acanthopleuroceras mauge- banc de 0,15 m à</i> — * <i>nesti, Tropidoceras, U. jame- pseudoolithes noires.</i> — * <i>soni,</i> — * <i>Platyleuroceras brevispina.</i>
LOTHARINGIEN 1,50 m à 2 m.	{ * Calcaire marneux à nodules phosphatés (Bar) ou à pseudoolithes noires (Bligny) avec <i>Euechioceras</i> et <i>Echioceras</i> . Calcaire à <i>Gryphæa cymbium</i> , <i>Asteroceras</i> , <i>Microderoc. birchi</i> ...
SINÉMURIEN 5 m.	{ Calcaire à <i>Gryphæa arcuata</i> avec : — * <i>Arnioceras miserabile</i> , <i>A. semicostatum</i> , nombreux <i>Arnioceras</i> , — <i>Coroniceras bisulcatum</i> et gros <i>Coroniceras</i> , — * <i>Arnioceras kridion</i> , <i>Schlotheimia catenata</i> (Liernais). — <i>Coroniceras rotiforme</i> et * <i>Vermiceras</i> (0,80 m), * localement oolithes ferrugineuses (Ivry-en-Montagne).
HETTANGIEN 1,50 m à 5 m.	{ Calcaire marneux blanc à <i>S. angulata</i> (Ivry). ? ? ? Calcaire à oolithes ferrug. » » à Bligny, Arnay. * (Mandelot). * Calcaire marneux avec plusieurs niveaux d'oolithes ferrugineuses à <i>Alsatites liasicus</i> (Bar), * <i>Psiloceras johnstoni</i> (Arnay). Lumachelle souvent gréseuse.
RHÉTIEN	{ Grès fins ou grossiers (1 m à 3 m) à <i>Avicula</i> (Végétaux à — * <i>contorta</i> ... (Bone-bed près de Sombornon). Lacanche). Argiles noires schisteuses (3 m à 6 m) : Bligny, Arnay.

CHAPITRE VIII

ENVIRONS DE NOLAY (Côte-d'Or)

A l'extrémité méridionale du département de la Côte-d'Or, aux confins de la Saône-et-Loire, la région de Nolay fournit en 2 km une coupe presque complète, du Lias à l'Oolithe inférieure. La ville est bâtie sur le Sinémurien et le Lotharingien dont les couches dures, dégagées par l'érosion for-

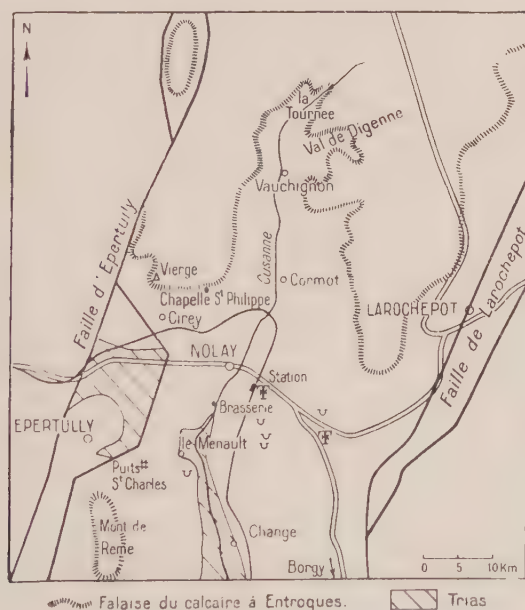


Fig. 32. — Carte des principaux affleurements des environs de Nolay.

ment une sorte de plateau ; au N, il est dominé de 200 m par la falaise bajocienne qui couronne les pentes des marnes liasiques. Au S, la vallée de la Cusanne entame les couches inférieures jusqu'au Trias (fig. 32).

Nous nous trouvons au bord S d'une longue bande de terrains généralement bathoniens, qui, entre la vallée de l'Ouche et la « Côte » bourguignonne, atteint la latitude de Dijon. Entre la faille d'Epertully et celle de La Rochepot, cet étroit compartiment

274 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL

tectonique présente, comme l'a noté Chaput (1921, p. 88), une disposition synclinale, probablement à l'origine de la profonde vallée de la Cusanne au N de Nolay.

Historique. — Située aux confins de la Côte-d'Or et de la Saône-et-Loire, cette région n'a été mentionnée qu'incidemment par les anciens auteurs, Guillebot de Nerville, Manès, Dufrénoy ¹. Les renseignements les plus précis ont été donnés par Pellat ² soit dans son étude sur le Lias de la région d'Autun, soit à l'occasion de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique à Autun en 1876. Dumortier (1867, p. 93-95), de son côté, indique une succession assez détaillée des couches du Lias inférieur. La série stratigraphique a été résumée dans la légende de la feuille de Chalon-sur-Saône (124) au 1/80.000^e; elle a servi de base de départ à mes observations. Plus tard, les notes de Collot (1907) et de Chaput (1921, 1922) insistent particulièrement sur la tectonique.

En dehors de mes récoltes personnelles, j'ai consulté la collection Lisajous à l'Université de Lyon, les collections de l'Université de Dijon et celles du Musée d'Histoire Naturelle d'Autun.

Mon étude a porté ici surtout sur le Sinémurien, le Lotharingien et le Pliensbachien, où les coupes ont été multipliées (7 coupes partielles en moins de 2 km), et sur le Bajocien (3 coupes).

RHÉTIEN et HETTANGIEN

L'étude de ces étages aux environs immédiats de Nolay est assez difficile, car les affleurements sont peu épais et très discontinus dans les fossés de routes; les récoltes se font dans les vignes ou les murs de pierres sèches (région d'Epertully, route de Nolay à Ivry-par-Santosse). Il vaut mieux utiliser les résultats des études faites par Pellat ³ pour les régions d'Antully, Couches-les-Mines, Mazenay.

D'après cet auteur, le Rhétien comprend trois termes renfermant chacun un bone-bed :

1^o « A la base, grès roux ou blanchâtres... riches en végétaux (*Clathropteris platyphylla* Brong., etc...) et en Mollusques (*Avicula contorta*, *Anatina præcursor*, *Mytilus minutus* et autres *Mytilus*, etc...). A la partie supérieure de ces grès, on rencontre un grès grossier à dents de Poissons (Bone-bed) »; au maximum 6 m à 8 m d'épaisseur.

2^o « A la partie moyenne... alternance de marnes noirâtres et de calcaires grisâtres très siliceux, donnant une bonne chaux hydraulique, contenant beaucoup d'ossements de Sauriens, *Avicula contorta*, *Myophoria inflata*, *Gervillia præcursor*, etc..., et de nombreuses petites dents de Poissons, surtout dans un mince lit de grès grossier, soudé à l'un des bancs », 2 m à 3 m.

3^o A la partie supérieure : marnes versicolores avec un lit d'arkose ou de grès

¹ DUFRÉNOY et ELIE DE BEAUMONT, 1848, pp. 332, 332.

² 1861, 1863, 1876.

³ 1865, pp. 546-565; 1876, pp. 708-713.

grossier rempli de dents de Poissons, des calcaires cloisonnés et des calcaires ferrugineux brun foncé ou bien des grès calcarifères ferrugineux, « on y trouve en abondance *Avicula contorta*, *Gervillia præcursor*, etc.; les lits supérieurs sont couverts de petites coquilles bivalves voisines des *Cardinies* (*Pellatia*) »; 3 m à 6 m.

Dans l'Hettangien, le même auteur attribue à la zone à *P. planorbe* :

1° Marnes gris clair à cassure conchoïdale avec plaquettes de marnes durcies (3,50 m).

2° Lumachelle à *Cypricardia* (= *Isocyprina*) *porrecta* DUM., plus ou moins cristalline, où s'intercale un grès à *Mytilus psilonoti* QUENST. et *Ostrea hisingeri* NILS., facile à confondre avec le grès rhétien (1,50 m).

Et à la zone à *S. angulata* :

1° 2 m de calcaire d'abord cristallin puis terreux avec imprégnation ferrugineuse.

2° Le minerai de fer, d'épaisseur très variable (0,80 m à Parnay, 2,70 m au Puits Saint-Charles à 2 km au SW de Nolay).

Le faciès ferrugineux a une extension limitée; ailleurs on rencontre un calcaire marneux voisin du Foie de Veau;

Schlotheimia angulata SCHLOTH.

Alsatites liasicus D'ORB.

et toute une faune de Gastéropodes et de Lamellibranches,

particulièrement entre Couches-les-Mines et Drevin (Montpatey, La Croix Valot).

3° Calcaire gris ferrugineux, à aspect terreux, inégalement imprégné de fer, avec *Schlotheimia angulata* SCHLOTH., des Gastéropodes et déjà une Gryphée voisine de *G. arcuata* (0,60 m).

Remarques sur le minerai :

Il a été étudié en grand détail par L. Cayeux (1922, p. 34-64, pl. IV, fig. 10, pl. V, fig. 11). C'est un calcaire à oolithes ferrugineuses; les oolithes nombreuses ne laissent qu'une place restreinte au ciment, l'ensemble est fortement minéralisé; à l'œil nu, gangue comprise, le minerai paraît exclusivement constitué par de l'hématite brune. Quoiqu'associées à des débris organiques minéralisés, les oolithes vraies prédominent; elles sont de plusieurs types, avec ou sans nucleus organisé reconnaissable.

Des ravinements à la base et au sommet de la formation, des galets perforés, des coquilles de *Cardinies* (en calcite), disposées en tous sens, indiquent qu'il s'agit d'un sédiment accumulé en eaux très agitées. Cayeux avait noté l'absence de minéraux détritiques, quartz clastique en particulier. Pourtant les calcaires à oolithes ferrugineuses que j'ai ramassés dans les rares déblais, qui subsistent encore autour du Puits Saint-Charles, laissent, après attaque à l'eau régale, un certain nombre de petits grains de quartz de 0,04 mm à 0,15 mm de diamètre.

Dans les mêmes déblais quelques curieux galets ont attiré mon attention. Ce sont de vrais galets bien distincts de leur gangue (Type B de Cayeux, 1922, p. 39), denses, de couleur brun très foncé à noir verdâtre, de dimensions faibles (1 cm à 3 cm). Dans une gangue de calcaire brun siliceux et ferrugineux, on remarque d'assez gros grains de quartz (1 mm), et des oolithes de limonite à couche corticale d'un brun jaunâtre particulièrement brillant, ainsi que de petits débris hématisés revêtus de cette même couche très brillante. L'aspect de cette couche externe et la présence de gros grains de quartz, inconnus dans le minerai voisin, indiquent que l'origine de ces galets doit être cherchée ailleurs.

La partie supérieure du minerai est encore visible au Menault (cf. *infra*, p. 277).

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

Le premier de ces étages est facile à étudier le long d'une falaise naturelle peu élevée qui forme, sur plus d'un kilomètre, le flanc W de la vallée de la Cusanne en aval de Nolay, depuis la Brasserie jusqu'au delà du Moulin de Menault. Le pendage des couches est toujours faible, mais sa direction varie ; les bancs ondulent légèrement ; en quelques mètres, on passe d'un pendage N à un pendage S. En circulant le long de la falaise, on peut atteindre successivement à peu près tous les niveaux.

La roche est un calcaire gris-bleu à grain fin, formé de nombreux débris d'organismes, généralement en calcite, dans un ciment très légèrement marneux. Elle contient quelques petits grains de quartz de 0,05 mm de diamètre environ ; les bancs les plus inférieurs contiennent en outre des grains plus gros, de l'ordre de 0,2 mm.

L'épaisseur totale visible est de 9 m à 10 m ; on y distingue de haut en bas :

25 ? Calcaire en bancs irréguliers avec Gryphées 1 m.

24 b. Banc régulier continu de calcaire gris-bleu compact : . . 0,20 m à 0,25 m.

Cymbites davidsoni D'ORB. : DUM. L. inf., pl. 21, fig. 1-2.

Coroniceras cf. *resurgens* DUM. L. inf., pl. 23, fig. 3-4.

Belemnites acutus MILL.

Cardinia sp.

Rhynchonella cf. *deffneri* OPP.

Ces fossiles à test de calcite sont généralement mis en relief par l'érosion, et le banc constitue un bon repère local (Ce banc est accessible aux deux extrémités de la coupe : jardin du propriétaire de la Brasserie, 774,5 × 218,9 ; petite carrière abandonnée à flanc de coteau à 500 m au S du Menault, 774,2 × 217,9).

24 a. Calcaire en bancs plus ou moins réguliers 1,40 m.

Dans la partie inférieure et moyenne, on récolte :

* *Arnioceras* cf. *semicostatum* Y. et B. : BUCKM. Y. T. A., pl. 112, 2 sillons peu profonds mais nets bordent la carène.

Arnioceras sp.

Coroniceras sp., petite taille.

Cymbites aff. *berardi*? DUM. L. inf., pl. 21, fig. 5-7, costulation bien plus forte (vers la base).

Gryphaea arcuata LMK., variété voisine de *rhodanensis* DE BRUN, 1926, pl. 2, fig. 10.

La base de cette série est constituée par un banc plus épais (20 cm à 25 cm), assez régulier et continu, renfermant de nombreuses petites *Rhynchonella deffneri* OPP.

23 b. Calcaire identique ; à la base : 1 m.

Coroniceras multicostratum SOW. : WRIGHT, pl. 3, fig. 1.

23 a. Calcaire identique, mais plus riche en Gryphées environ 2 m.

Dans la moitié supérieure, on observe un banc plus tendre, en retrait, gris violacé tacheté de rouille, contenant de nombreux nodules phosphatés blanchâtres :

Paracoroniceras gmuendense OPP. : REYNÈS MON., pl. 16, fig. 3-4.

22 b. Banc plus épais (0,25 m), compact, pouvant servir de repère, surmontant de petits bancs à surface ondulée, renfermant de très nombreuses Gryphées et quelques gros *Coroniceras*; l'un d'eux atteignait 60 centimètres de diamètre . . . 1 m.

22 a. Calcaire débutant par un banc peu épais (0,10 m) régulier, de couleur gris plus clair, généralement un peu en retrait . . . 1,20 m.

En haut : *Coroniceras bisulcatum* BRUG. : D'ORB. P. F., pl. 43, un peu moins épais.

Coroniceras (Megarietites) cf. *meridionale* REYNÈS Mon., pl. 22, fig. 1-2, ombilic plus ouvert, tours un peu moins hauts.

En bas : *Coroniceras (Megarietites)* aff. *meridionale* REYNÈS : S. BUCKM. T. A., pl. 518 AB, section plus carrée, côtes plus espacées, sans tubercules.

21. Calcaire en blocs épais (20 cm à 25 cm) de forme parallépipédique, ne formant pas toujours des bancs réguliers. Quelques Gryphées, fragments de gros *Coroniceras* du groupe de *C. rotiforme* ? Sow. 2 m.

20 b. Calcaire gris-bleu, plus compact, un peu marneux, renfermant de nombreux rognons de pyrite altérés en limonite, qui par désagrégation laissent souvent une série de vides dans la roche 0,50 m.

20 a. Calcaire gris légèrement brunâtre, contenant de petites oolites de limonite disposées irrégulièrement : 0,40 m.

* *Arnioceras* ? cf. *falcaries* QUENST. Am., pl. 13, fig. 13, carène haute bordée de deux faibles sillons.

* *Vermiceras (Metophioceras)* cf. *coregonense* Sow. : WÄHNER, pl. 41, fig. 1, faible carène latérale.

Gryphæa sp.

19 ? Calcaire roux violacé, brun-rouge en surface, riche en oolites ferrugineuses; nombreuses sections de coquilles en calcite parfois mises en relief par l'érosion : Gastéropodes, Cardinies.

Un calcaire de ce type, pris dans un mur voisin, m'a donné *Schlotheimia* sp.; plusieurs galeries creusées dans cette couche rejoignaient le Puits Saint-Charles; leurs entrées sont aujourd'hui bouchées.

Cette falaise nous montre donc le Sinémurien complet et le sommet de l'Hettangien.

Le Lotharingien et la partie supérieure du Sinémurien sont visibles dans une série de petites carrières abandonnées (775,2 × 218,8... 775,25 × 218,4), situées à l'W de la voie ferrée, le long d'un mauvais chemin qui part de la route de La Rochepot, environ 100 m après le passage à niveau.

La dernière carrière, située au S d'un petit vallon, donne la coupe suivante : (les listes fossilifères ont été complétées par les récoltes faites dans les carrières voisines).

28 b. Calcaire gris-brun très cristallin, formé de nombreux débris d'organismes en calcite, Crinoïdes surtout; lorsque la roche a été exposée à l'air, ces débris forment de petites taches d'un blanc terne : 0,40 m.

Pleszechioceras sp. du groupe de *P. nodotianum* D'ORB. P. F., pl. 47.

Echioceras sp.

Oxynoticer aff. *guibali* D'ORB. P. F., pl. 73, costulations nettement flexueuses, côtes ombilicales moins fortes, intercalaires plus nombreuses et naissant plus près de l'ombilic.

28 a. Calcaire gris blanchâtre feuilleté, à décomposition granuleuse (les grains sont des débris d'Encrines et d'autres organismes) : 0,05 m à 0,08 m.

Echioceras cf. *raricostatoides* VADASZ : BUCKM. T. A., pl. 425.

Autres *Echioceras* du groupe de *E. raricostatum* ZIETEN.

Echioceras? aff. *caprarium* QUENST.

27. Calcaire identique à (28 b) : 0,15 m.

Oxynoticer *eboracense* SPATH, 1924, p. 107 = WRIGHT, pl. 47, fig. 6-7 : DUM.

L. inf., pl. 33, fig. 2.

Autres *Oxynoticer* du groupe de *O. oxynotum* QUENST. Ceph., pl. 5, fig. 11.

Bifericeras biferum QUENST. Jura, pl. 13, fig. 11-12, le bord externe porte de fines côtes partant, par 2 ou 3, des tubercules latéraux et décrivant un chevron en avant.

Bifericeras cf. *nudicosta* QUENST. intermédiaire entre BUCKMAN Y. T. A., pl. 128 et QUENST. Am., pl. 22, fig. 17.

Deroceras sp.

Rhynchonella calcicosta QUENST.

26. Calcaire feuilleté identique à (28 a) : 0,10 m.

Gagaticeras gagateum Y. et B. : BUCKM. Y. T. A., pl. 78.

Echioceras edmundi? DUM. L. inf., pl. 39, fig. 3-4.

Pholadomya voltzi AGASS., *Hippopodium guibali* BAYLE.

25. Calcaire un peu marneux, brun, à débris blanchâtres : 0,20 m. à 0,40 m.

Asteroceras marstonense SPATH., 1925, fig. 7 in-text.

Asteroceras stellare SOW. : WRIGHT, pl. 22, fig. 3, côtes plus nombreuses.

Asteroceras sp.

Xipheroceras ziphus D'ORB. : QUENST. Am., pl. 21, fig. 15-19.

Spiriferina betacalcis QUENST.

Cardinia philea D'ORB.

25 b. Délit terreux, puis calcaire gris un peu brunâtre, assez cristallin : 0,40 m.

Microderoceras locardi DUM. L. inf., pl. 26, fig. 1-3, ombilic un peu moins ouvert.

25 a. Calcaire gris-bleu, en bancs réguliers plus ou moins épais avec quelques Gryphées : 1,80 m.

Au sommet : *Gryphaea cymbium* LMK.

Au milieu : *Charmasseiceras* sp., fragment.

Un peu en dessous : *Arietites* aff. *brookii* SOW., 1812, pl. 190, tours moins élevés, croissance plus lente, mais bord externe et côtes bien conformes.

24 b. Banc compact assez régulier, fossiles en calcite mis en relief par l'érosion : 0,20 m.

Cymbites davidsoni D'ORB. : DUM. L. inf., pl. 21, fig. 1-4.

Coroniceras? cf. *multicostatum* SOW., pl. 454; tubercules plus accentués, section de *C. lyra* HYATT, pl. 4, fig. 5.

Belemnites acutus MILL.

Rhynchonella deffneri OPP.

24 a. Calcaire en bancs plus ou moins réguliers avec quelques Gryphées :
 1,50 m.

A la partie supérieure : plusieurs *Coroniceras* du groupe de *C. multicosatum* Sow.

A la partie inférieure : *Arnioceras miserabile* QUENST. Jura, pl. 8, fig. 7, plusieurs échantillons, ombilic légèrement moins ouvert.

Arnioceras geometricum? OPP. : DUM. L. inf., pl. 7, fig. 3-4, fragments et formes voisines mais à sillons externes nets.

Pararnioceras sp. = *Am. bisulcatus* WRIGHT, pl. 4, ombilic un peu moins ouvert.

Le dernier banc, plus épais, contient de nombreuses *Rhynchonella deffneri* OPP

23 b. Calcaire toujours du même type, en petits bancs : 1,30 m.

En haut : *Epanmonites* cf. *scunthorpensis* SPATH, 1924 = WRIGHT, pl. 1, fig. 1-3.

En bas : *Pararnioceras* sp. = *Am. bisulcatus* WRIGHT, pl. 4, fig. 1-4.

Partout : *Gryphæa arcuata* LMK.

23 a. Calcaire avec très nombreuses Gryphées.

Une coupe, plus fossilifère mais moins complète, souvent citée¹, s'observe derrière le bâtiment de la petite vitesse de la gare de Nolay (775,15 × 219,1) :

29. Calcaire gris-brun, devenant brun verdâtre en surface, nombreux débris de Crinoïdes dans un ciment réduit.

Quelques pseudoolithes recristallisées (cf. p. 25) : 0,50 m.

Deroceras aff. *armatum* Sow. : REYNÈS : Mon., pl. 50, fig. 12-13, côtes fortes et plus espacées.

Deroceras sp., tours plus hauts qu'épais.

Epideroceras cf. *lorioli* HUG., 1899, pl. 8, fig. 1, ombilic nettement plus ouvert.

Paltechioceras ebrilum TRUEM. et W., pl. 4, fig. 5.

Oxynticeras sp.

Spiriferina tumida v. BUCK.

Zeilleria cornuta Sow., forme courte DESL., 1862, pl. 18, fig. 6.

Rhynchonella sp.

28 b. Calcaire en petits bancs peu épais, gris à roux ; il montre de nombreuses sections de petites Encrines et de très rares pseudoolithes recristallisées : . . . 0,25 m

Epideroceras lorioli HUG., 1899, pl. 8, fig. 1, pl. 9, fig. 3.

Oxynticeras gardeli GÉRARD.

Oxynticeras aff. *guibali* : D'ORB.

Belemnites, sp. ...

Rhynchonella fronto QUENST.

28 a. Calcaire gris feuilleté, à décomposition granuleuse : 0,10 m.

Echioceras rhodanicum S. BUCKM. : = DUM. L. inf., pl. 25, fig. 4-7.

Echioceras raricostatoides VADASZ et formes voisines ; abondants.

Echioceras sp. cf. *E. prorsum* S. BUCKM., mais côtes rétroversées.

Belemnites oxynti QUENST.

¹ PELLAT, 1876 b, p. 717 ; CHAPUT et CIRY, 1928.

Zeilleria cor LMK.

Spiriferina tumida v. BUCH.

27. Banc de calcaire compact, assez cristallin, articles d'Encrines de grande taille.
 0,35 m.

Au sommet : *Oxynticeras* cf. *oxyntotum* QUENST. fortement costé, cf. WRIGHT, pl. 46, fig. 4.

Dans la moitié inférieure : *Oxynticeras* cf. *oxyntotum* QUENST. Céph., pl. 5, fig. 11, ornementation très atténuée.

Oxynticeras subinvolutum SPATH = DUM. L. inf., pl. 33, fig. 1.

Oxynticeras cf. *oxyntotum* QUENST. : POMPECKJ, 1907, pl. 1, fig. 1.

26. Calcaire gris brunâtre, assez tendre, un peu feuilleté, ciment non cristallin emballant des débris d'Entroques et de coquilles : 0,20 m.

Gagaticeras gagateum Y. et B. : BUCKM. Y. T. A., pl. 78, et formes voisines très abondantes.

Slatterites slatteri WRIGHT, pl. 50, fig. 1.

Slatterites cf. *slatteri* WRIGHT, ombilic plus ouvert.

Slatterites sp.

Schlotheimia (*Charmasseiceras*) *deleta* CANAV.

Deroceras aff. *præcursor* GEYER, 1886, pl. 3, fig. 27 a.

Asteroceras sp., fragments, à la base.

Cardinia philea D'ORB.

- 25 b. Calcaire gris-bleu à jaunâtre, renfermant de nombreux débris de coquilles dans un ciment un peu marneux : 0,30 m.

Asteroceras sp., plusieurs fragments.

Promicroceras planicosta SOW.

Gryphæa cymbium LMK.

Cardinia sp., grande taille.

Spiriferina walcotti SOW.

Rhynchonella cf. *oxyntoti* QUENST.

- 25 a. Délit de calcaire schisteux et calcaire bleu assez cristallin avec *Gryphæa cymbium* LMK. visible sur 0,70 m.

Les couches (28 b) à (25 b) ont leurs fossiles à l'état de moule phosphaté.

A l'E de la gare, les bancs du Lotharingien et du Pliensbachien affleurent pendant 1 km, dans les fossés de la route de La Rochepot, jusqu'à la tuilerie des Louchar-des, avec un pendage d'environ 2° WNW.

Des travaux effectués, il y a quelques années, dans cette tuilerie (776,3 × 218,4) lors du creusement de bassins, ont permis la récolte d'une faune abondante du Lotharingien (Collection de la Faculté des Sciences de Dijon); malheureusement les différents niveaux n'ont pas été distingués.

Une coupe détaillée, encore visible près des bassins, à 100 m au S de la grande route, montre que la succession est identique à celle de la gare de Nolay. Seule l'épaisseur des couches est un peu plus faible.

A 3 km au SW de Nolay, au N de Borgy, une carrière abandonnée (776,6 × 216,3) donnerait également une bonne coupe du Lotharingien; de nombreux fossiles, provenant de ce point, ont été décrits par Dumortier (L. inf. et L. moy.).

Ces diverses coupes permettent les remarques suivantes :

Sinémurien. — La zone à *C. rotiforme*, caractérisée à son extrême base par des *Vermiceras*, montre un calcaire à rares Gryphées. La zone à *C. bucklandi* est bien typique avec son accumulation de Gryphées et la présence de nombreux *Coroniceras* de grande taille, les *Arnioceras* paraissent plus rares. Ils abondent au contraire au sommet de l'étage, dans la zone à *A. semicostatum* ; ils sont accompagnés par des formes voisines de *Coroniceras multicosatum* Sow., parmi lesquelles on peut reconnaître le genre *Pararnioceras* SPATH¹. Légèrement au-dessus d'*Arnioceras semicostatum*, un banc compact à *Cymbites davidsoni* D'ORB., *Coroniceras resurgens* DUM. ; *Arnioceras tricarénés* est un bon repère local. La division de l'étage en horizons n'a pu être poussée aussi loin qu'à Semur, la série étant nettement moins fossilifère ; des recherches ultérieures, plus poussées, le permettront vraisemblablement.

Lotharingien. — On notera qu'*Asteroceras stellare* Sow. et les autres formes citées se placent au-dessus des *Microderoceras* ; aucun *Asteroceras obtusum* Sow. n'a été rencontré. La partie supérieure de l'étage est remarquable autant par l'abondance des fossiles que par la régularité de leur succession, rapide dans des couches peu épaisses. On retrouve l'ordre décrit en Angleterre, autant que la précision laissée par la faible puissance des couches le permet.

Les *Oxynticeras* du groupe d'*O. guibali* D'ORB. ne sont pas typiques, ils ont des côtes légèrement sinueuses et se placent au-dessus d'*Echioceras raricostatum* ZIET., et non pas au niveau d'*Oxynticeras oxynotum* QUENST. De même, c'est au-dessus d'*Echioceras raricostatum* ZIET., et en compagnie de *Epideroceras*, qu'on rencontre les *Deroceras* du groupe de *D. armatum* Sow. Si les échantillons ne sont pas tout à fait identiques au type anglais, ils en sont bien plus proches que les *Apoderoceras* figurés par S. S. BUCKMAN dans les Types Ammonites.

Dans ces couches à *Deroceras*, commencent à apparaître quelques pseudo-oolithes recristallisées (cf. p. 25). A 4 km au SW de Nolay, sur la route de Dezize à Santenay (778,5 × 214,9), ces oolithes se rencontrent dès le niveau à *Plesechioceras nodolianum* D'ORB., *Echioceras* cf. *rhodanicum*, S. BUCK., dans un calcaire brun rougeâtre à nodules phosphatés ; elles se poursuivent jusqu'au Pliensbachien inférieur.

PLIENSBACHIEN

Cet étage, d'épaisseur faible, montre deux parties très différentes. Une zone à *P. davæi* calcaréo-marneuse, dont les affleurements sont mauvais (1 m environ), et en-dessous un calcaire brun assez cristallin à pseudooli-

¹ SPATH, 1923, p. 73 ; cf. *Proceed. Geol. Soc.*, n° 1.079, p. 30, 1922.

282 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
 thes recristallisées (pl. 10, fig. 6), représentant la zone à *U. jamesoni* et
 peut-être la zone à *T. ibex* (2 m).

Les champs, à l'E de la gare de Nolay, permettent de récolter *Ægoceras* sp., *Lyto-*
ceras sp., *Belemnites* pl. sp., témoins de la zone à *P. davœi* (35).

1 m environ plus bas, le sommet du talus dominant la gare de Nolay montre à sa
 partie supérieure la coupe suivante :

32. Calcaire un peu marneux, gris verdâtre, à patine brun verdâtre, renfermant
 de nombreux débris de Crinoïdes de petite taille (1 mm au maximum), d'autres frag-
 ments de coquilles et des pseudoolithes recristallisées : 0,10 m.

Tropidoceras demonense GEMMELLARO, 1884, pl. 7, fig. 1-6.

Tropidoceras cf. *demonense* GEMMELLARO, 1884, pl. 7, fig. 4.

Tropidoceras futleri SPATH. : FUTTERER, 1890, pl. 12, fig. 1 ab.

31 b. Petits bancs de calcaire, gris verdâtre à brunâtre, à pseudoolithes recristalli-
 sées et nombreux débris particulièrement des Crinoïdes, dans un ciment non cristallin
 verdâtre, un peu marneux. Les couches semblent s'épaissir vers le S :

. 0,40 m à 0,80 m.

Uptonia jamesoni Sow. : cf. WRIGHT, pl. 51, fig. 4 et forme voisine à fortes
 côtes : cf. WRIGHT, pl. 51, fig. 1.

Uptonia venustula DUM.

Uptonia sp. aff. *capraria* QUENST. Jura, pl. 16, fig. 1, ombilic plus ouvert,
 croissance plus lente, épine très forte dirigée en arrière.

Uptonia cf. *oblonga* QUENST. Am., pl. 33, fig. 7.

Deroceras sp. = *Am. submuticus* DUM. L. moy., pl. 44, fig. 2, 3, 4.

Lytoceras cf. *fimbrilitoides* GEMMELLARO.

31 a. Délit de calcaire plus marneux feuilleté. 0,15 m.

30 ? Calcaire gris brunâtre, très cristallin, en petits bancs ou plaquettes à contours
 rectangulaires; nombreuses Encrines et pseudoolithes recristallisées; ces dernières s'ac-
 cumulent localement dans certains bancs, mais à des niveaux variables selon les points.

. 1,50 m.

29. Calcaire brun, un peu moins cristallin, à *Deroceras*, cf. p. 279.

Les environs de la tuilerie des Louchardes montrent une succession identique : les
 vignes à l'W de la tuilerie permettent de récolter :

Productylioceras davœi Sow., *Liparoceras* sp., *Ægoceras* (*Androgynoceras*) sp.
 et de nombreuse *Belemnites* dans un calcaire marneux gris clair (36-37).

Le haut de la coupe près des bassins, mentionnée à propos du Lotharingien (p. 280),
 montre : environ 1 m de calcaire brun-roux à verdâtre, très cristallin, localement
 presque uniquement formé d'Entroques, riche en pseudoolithes recristallisées; il ren-
 ferme à sa partie supérieure (32) :

Uptonia jamesoni Sow.

Uptonia venustula DUM. et formes voisines.

Deroceras muticum D'ORB., fragment.

On notera que les couches sont moins épaisses qu'à la gare de Nolay.

DÔMÉRIEN

Cet étage est constitué par une épaisse série de marnes feuilletées, légèrement micacées (zone à *A. margaritatus*), surmontées par un calcaire gris-brun, cristallin ou marno-ferrugineux (zone à *P. spinatum*).

La partie inférieure est exploitée pour la tuilerie des Louchardes au N de la route de la Rochepot (776,2 × 218,7) : ce sont des marnes bleu clair, finement micacées, avec quelques rares lits de blocs de calcaire très marneux, de teinte grise avec traînées ocre; elles sont visibles sur 15 m, mais leur épaisseur totale peut être estimée à environ 80 m ¹.

A la base, les marnes paraissent plus graveleuses et l'on récolte quelques rognons de pyrite et de rares fossiles pyriteux :

« *Harpoceras* » sp.

Analtheus margaritatus MONTF.

Ces bancs inférieurs se situent à environ 1 m au-dessus du niveau à *Prodactyloce-ras davœi*, déjà signalé dans les vignes à l'W de la tuilerie.

La partie supérieure de l'étage, calcaire, affleure mal aux environs de Nolay, j'en ai recueilli quelques blocs dans les vignes au-dessus de Cirey-les-Nolay. A la montagne de Rome-Château, Pellat lui donne 10 m d'épaisseur.

TOARCIEN et AALÉNIEN INFÉRIEUR

Aucune bonne coupe n'est visible ². Cependant, dans les vignes, on observe les blocs épars des principaux éléments de ces étages. Le point le plus favorable se situe à une centaine de mètres au-dessus des dernières maisons de Cirey sur le chemin qui mène à Cormot (774,3 × 220,25).

On y voit un calcaire brun clair très fissile, riche en Inocerames, *Orbiculoidea* sp. et surtout en écailles de Poissons; Pellat (1861, p. 676) a signalé à ce niveau dans la région un banc à Poissons, grands *Aptychus* et végétaux. Des calcaires marneux compacts, gris-bleu foncé, prenant à l'air une teinte gris clair, contiennent *Pseudogram-moceras* sp. Ailleurs un bloc de calcaire bleu-noir m'a livré *Hildoceras bifrons* BRUG. et de très nombreux petits Lamellibranches.

La partie supérieure de la formation est visible en quelques points sous la base de la corniche calcaire : c'est un grès argileux et micacé faiblement calcaire, mais à grain très fin, si bien qu'il se présente comme une marne feuilletée micacée nettement gréseuse. L'attaque à l'acide chlorhydrique révèle, après lavage ménagé, un résidu insoluble atteignant 72 0/0. On y voit quelques mauvais Lamellibranches écrasés.

On peut estimer à 40 m ou 50 m l'épaisseur de cette formation.

¹ PELLAT, 1876 b, p. 713, donne 70 m à cette partie inférieure à la montagne de Rome-Château.

² Voir p. 267 la coupe d'Ivry-en-Montagne, à 9 km au N de Nolay.

AALÉNIEN SUPÉRIEUR et BAJOCIEN

Ils forment la belle falaise qui domine Cirey-les-Nolay, et celles de la haute vallée de la Cusanne : Cormot, Vauchignon.

Falaise de Cirey (50 m).

De haut en bas : 69. Sur le plateau, aux environs de la ferme de Dragny, on rencontre dans les champs un calcaire siliceux gris-bleu à jaunâtre, finement grenu et miroitant, qui contient souvent de petits Lamellibranches (*Ostrea*, *Pecten*) à test sili-cifié. *Parkinsonia* sp.

65 p-63 p La partie supérieure de la falaise, aux environs de la statue de la Vierge qui domine Cirey, est formée par des calcaires de types variés dont la succession ne paraît pas très régulière, calcaire gris très clair ou un peu brunâtre, tantôt à grain très fin avec Polypiers, tantôt riche en Rhynchonelles et Pectinidés, calcaire à Entroques avec articles de 2 mm à 3 mm, qui se détachent en blanc sur le fond brun de la roche. La base de cet ensemble forme un banc compact en surplomb, bien visible sous la Croix qui domine la Chapelle de Saint-Philippe 15 m environ.

62 p Calcaire grumeleux à Polypiers formant une série de petits bancs peu épais, irréguliers, à cassure saccharoïde entre lesquels s'observent souvent des accumulations de Pectinidés, associés à quelques Rhynchonelles dans un calcaire gris légèrement marneux 15 m environ

61 p Calcaire formé presque uniquement de débris d'Echinodermes, se présentant tantôt en bancs massifs (partie supérieure), tantôt en petits bancs séparés par des lits plus tendres à décomposition feuilletée. De loin cette partie de la falaise montre une stratification nette par l'alternance de ses bancs durs et friables : 10 m.

Nombreuses radiales d'Echinides :

Balanocidaris cucumifera AGASS., *Paracidaris spinulosa* ROEMER, etc.

Très nombreux articles d'Encrines se détachant en blanc porcelané sur le fond brun de la roche : *Pentacrinus cristæ-galli* QUENST., *Extracrinus Babbeaudi* de LOR., etc.

La Chapelle Saint-Philippe est située vers la base de ces calcaires à Crinoïdes.

60 b? Calcaire gris clair en bancs minces, le grain est fin, les débris de Crinoïdes miroitant ne tranchent pas par leur couleur sur le fond de la roche, comme dans les bancs supérieurs; l'attaque à l'acide laisse de nombreux petits cristaux de blende et de quartz (50 µ) 4 m.

60 a? Calcaire gris très compact, formé généralement de petits débris blancs, de forme ovoïde ou un peu allongée, de 1 mm à 2 mm, dans un ciment gris assez translucide, très finement cristallin; localement, il peut y avoir accumulation de débris de Crinoïdes.

Sa base renferme des débris de plus grande taille, plus anguleux, qui lui donnent une allure bréchique. La surface inférieure du calcaire particulièrement compact, à patine blanche contient de nombreux galets perforés : *Sonninia* sp., 2 exemplaires de grande taille rongés indéterminables, Trigonie costée, Polypiers, Bryozoaires.

----- surface perforée.

58. Calcaire gris compact de caractère pétrographique voisin du précédent, mais plus tendre que lui, généralement en retrait. La roche contient de petits galets (0,5 cm à 2 cm) de calcaire gréseux gris bleuté, à aspect mat, empruntés au niveau inférieur. En un point j'ai observé un joli cristal de blende entouré de petits cristaux de pyrite. L'attaque à l'acide laisse un résidu de quartz notable : . . . 0,10 m à 0,30 m.

* *Graphoceras decorum* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 8, fig. 3-4 et formes voisines à ombilic plus ouvert.

* *Ludwigia* cf. *arcitenens* S. BUCKM.

* *Rhynchonella quadriplicata* ZIET.

Pholadomya fidicula SOW.

Chlamys textorius SCHLOTH.

* *Præconia bajocensis* D'ORB.

54 ? Grès argilo-calcaire micacé très feuilleté, donnant l'illusion d'une marne mica-cée (résidu de silice 72 0/0), visible sur 0,50 m. Les 20 ou 30 cm supérieurs renferment des concrétions ou des plaquettes de calcaire très gréseux, gris-bleu assez clair, à allure compacte et aspect mat, malgré les reflets des grains de quartz.

Ces couches de la base de la falaise s'observent au-dessus du village de Cirey, à environ 200 m à l'E de l'aplomb de la statue de la Vierge.

Haute vallée de la Cusanne.

Par leur profil même, les deux hautes falaises qui bordent ce site remarquable suggèrent leur structure. A leur partie supérieure, des bancs massifs, en surplomb, couronnent la haute masse non stratifiée, un peu plus tendre, du calcaire à Polypiers; il surmonte lui-même une série de calcaires à niveaux alternativement durs et tendres : le calcaire à Entroques. La base, formée de bancs compacts, est accessible à environ 500 m avant le fond de la vallée; on y observe la disposition suivante, réplique à peu près exacte de celle de Cirey :

60 b ? Calcaire gris clair, crinoïdique, en bancs épais, réguliers, sur plusieurs mètres; la base a un aspect irrégulier, un peu graveleux.

60 a ? Calcaire gris clair, très dur, encore crinoïdique mais formé surtout de petits débris blanchâtres de 0,5 mm à 2 mm, circulaires ou allongés dans un ciment gris finement cristallin; à la base, gros galets roulés et perforés; dans la faune, les Lamellibranches dominent : . . . 0,40 m à 0,50 m.

Chlamys textorius? SCHLOTH.

Ostrea sp.

Gros Lamellibranches à test prismatique.

Accumulation de tubes de Serpules.

58. Calcaire gris compact à délit noirâtre, un peu crinoïdique et finement pseudo-olithique, localement chargé de petits galets; au milieu, existe une surface perforée, mais la faune paraît identique au-dessus et au-dessous de cette surface :

. . . 0,25 m à 0,40 m.

* *Ludwigia furcata* S. BUCKM. (*Lopadoceras*) Inf. Ool. sup., pl. 21, fig. 16-17.

* *Ludwigella* cf. *arcitenens* S. BUCKM., Inf. Ool., pl. 4, fig. 1.

* *Ludwigella* cf. *callosa* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 19, fig. 16-17.

* *Ludwigia* sp. aff. *subquadrata* S. BUCKM. (*Braunsia*), *ibid.*, pl. 20, fig. 10.

54 ? Grès argilo-calcaire micacé, pyriteux, très-feuilleté à aspect de marnes micacées, se chargeant à sa partie supérieure de petits blocs de calcaire très gréseux, gris clair, finement micacé, visible sur 50 cm sous la falaise.

La partie supérieure de la falaise se voit encore dans le **val de Digenne**, le long du chemin qui, au N de Vauchignon, monte sur le plateau vers l'E.

Avant d'arriver sur le plateau, le chemin décrit un double lacet; au point où un mauvais raccourci coupe la partie rectiligne de la route située entre les deux boucles ($776,8 \times 222,4$), affleure un calcaire gris-brun marno-siliceux, finement grenu et miroitant (69 ?).

Rhynchonella sp.

Trapezium sp.

67-68. Environ 10 m plus bas, un pré humide montre des calcaires marneux et des marnes à rares *Ostrea acuminata* Sow. et petites coquilles silicifiées.

66 ? 7 m à 8 m plus bas, au début du lacet, dans le raccourci ($776,8 \times 222,35$), on voit des bancs de calcaire gris bleuté à nombreux débris : *Rhynchonella* sp.

65 ? Sur le chemin lui-même, 5 m plus bas, sous des calcaires marneux, un banc massif de calcaire gris clair à très fins débris arrondis (*Pseudoolithes* ?) miroitants, se termine par une belle surface perforée.

Ces calcaires gris à grain très fin ont une épaisseur d'environ 15 m; leur partie inférieure, seule bien visible ($776,55 \times 60 \times 222,35$), contient des rognons siliceux irrégulièrement disposés; les Brachiopodes sont nombreux à la base :

Terebratula phillipsi Dav., pl. 11, fig. 6-8.

Rhynchonella cf. *quadriplicata* ZIET. : ARCELIN et ROCHÉ, pl. 2, fig. 3.

Rhynchonella cf. *quadriplicata* ROCHÉ, 1939, pl. 4, fig. 11, non ZIET., taille 2/3).

----- surface perforée.

64 ? Calcaire gris compact à grain plus gros, pseudoolithique, présentant la stratification oblique 4 m.

63 ? Calcaires plus riches en débris de Crinoïdes, à délits noirâtres schisteux; certains lits renferment de petites Huitres, des Brachiopodes écrasés.

61 ? Beaucoup plus bas (25 m environ), le calcaire à Entroques typique peut s'observer au bas de la falaise du flanc N du val de Digenne.

Interprétation de ces coupes. — Le premier banc de calcaire (58) est bien daté par sa faune de la zone à *La concava*; les bancs (60 *ab*), au-dessus de la surface perforée, qui, à Cirey, contiennent de grandes *Sonninia* ?, appartiennent probablement à la base de la zone à *S. sowerbyi*. Les calcaires à Entroques ainsi que les calcaires à Polypiers sont probablement du Bajocien inférieur (et de la base du Bajocien moyen comme en Maconnais ?), zone à *O. sauzei*. Les calcaires plus compacts et pseudoolithiques (64, 65) de la vallée de la Cusane appartiennent probablement au Bajocien moyen, zone à *T. blagdeni*, comme à Bligny, 20 km au N; la faune de Brachiopodes paraît l'indiquer, ainsi que la présence au sommet de rognons siliceux.

Les calcaires à débris un peu grumeleux (66 ?) pourraient être attribués à

la zone à *S. niortense* ou au sommet de la zone à *T. blagdeni*. Enfin, les couches plus marneuses à *Ostrea acuminata* Sow. (67-68) et les calcaires marneux siliceux du sommet (69) sont du Bajocien supérieur, zone à *G. garanti* et *P. parkinsoni*.

Série stratigraphique des environs de Nolay.

BAJOCIEN sup.	Calcaire marneux siliceux à <i>Parkinsonia</i> , Lamellibranches silicifiés, marnes et calcaire marneux à <i>Ostrea acuminata</i> .	
	Calcaire gris bleuâtre à débris.	
	Calcaire gris à rognons siliceux avec <i>Terebratula phillipsi</i> , <i>Rhynchonella</i> cf. <i>quadriplicata</i> et calcaire pseudoolithique ou crinoïdique (zone à <i>S. niortense</i> ou zone à <i>T. blagdeni</i>).	
moy.		
40 m à 50 m.	Calcaire à Polypiers et	
inf.	Calcaire à grosses Entroques.	
	* Calcaire crinoïdique à grain fin, <i>Sonninia</i> sp. à la base.	
AALÉNIEN sup.	* Calcaire à <i>Ludwigia arcitenens</i> , <i>L. furcata</i> (0,30 m).	
	Argile micacée (très gréseuse à la partie supérieure). ↑	
inf.		
TOARCIEN	Marnes et calcaire marneux à :	
	— * <i>Pseudogrammoceras</i> ,	40 m
	— <i>Hild. bifrons</i> , <i>Cæloceras</i> , Bélemnites.	à
	Calcaire fissile à débris de Poissons et Végétaux... ↓	50 m
DOMÉRIEN sup.	Calcaire bleuâtre à <i>Paltopterocheras spinatum</i> , <i>Gryphæa gigantea</i> , <i>Pecten æquivalvis</i> .	
	Marnes micacées peu fossilifères.	
	A la base : <i>Am. margaritatus</i> , <i>Harpoceras</i> sp.	
70 m à 80 m.		
inf.		
PLIENSBACHIE	Calcaire marneux à <i>P. davœi</i> et <i>Ægoceras</i> .	
	* Calcaire brun roux très crinoïdique à pseudoolithes recristallisées à :	
	— * <i>Tropidoceras demonense</i> , <i>T. fullereri</i> ,	2 m
	— * <i>Uptonia jamesoni</i> , <i>U. venustula</i> , <i>Deroceras muticum</i> .	à
		3 m
* 3 m.		
LOTHARINGIEN	* Calcaire brun crinoïdique à <i>Deroceras armatum</i> .	
	* Calcaire bleu cristallin à <i>Echioceras nodotianum</i> , <i>Epideroceras</i> , <i>Euechioceras</i> , <i>Oxynoticeras</i> aff. <i>guibali</i> .	
	Calcaire feuilleté à <i>Echioceras raricostatum</i> , <i>E. rhodanicum</i> . ↑	
	Calcaire compact à <i>Oxynoticeras oxynotum</i> , * <i>Bifericeras</i> .	
	* Calcaire feuilleté à <i>Gagaliceras gagaleum</i> , <i>Slatelrites</i> .	
4 m.	Calcaire compact, un peu cristallin, à <i>Asteroceras stellare</i> , <i>Xiphoceras</i> , <i>Promicroceras</i> , <i>Microderoceras birchi</i> , <i>Gryphæa cymbium</i> (2,50 m). ↓	

SINÉMURIEN sup.	{	Calcaire gris-bleu à Gryphées à :
10 m.		— <i>Cymbites davidsoni</i> , <i>Coroniceras resurgens</i> , <i>Arnioceras</i>
moy.		tricarénés,
inf.		— * <i>Arnioceras semicostatum</i> , <i>Pararnioceras</i> ?
		— <i>Coroniceras bucklandi</i> et gros <i>Coroniceras</i> ,
		— * <i>Coroniceras rotiforme</i> ,
		— * <i>Vermiceras</i> * (oolithes ferrugineuses localement).
HETTANGIEN sup.	{	Minéral de fer et calcaire plus ou moins marneux à petits Gas-
3 m à 5 m.		téropodes à :
inf.		— <i>Schlotheimia angulata</i> ,
5 m.		— <i>Alsatites liasicus</i> .
		Lumachelle avec bancs de grès intercalés.
		Marnes gris clair.
		Marnes versicolores, arkoses et grès à <i>Avicula contorta</i> ; Bone-
		bed.
RHÉTIEN	{	Marnes noirâtres et calcaire gris siliceux à <i>Avicula contorta</i> ;
15 m.		dents de Poissons.
		Grès roux ou blanc à Mollusques et Végétaux (Bone-bed gros-
		sier au sommet).

CHAPITRE IX

MÂCONNAIS

Parallèlement à la vallée de la Saône, les terrains secondaires forment à l'W de Mâcon, entre cette ville et les affleurements primaires des Monts du Mâconnais, une bande relativement étroite, allongée en direction méridienne ; elle est constituée par une série de compartiments étroits, parallèles, présentant la même disposition d'allongement N-S, séparés par des failles, basculés généralement vers l'E avec un pendage de 10° à 20° ou parfois davantage ; un certain nombre de décrochements transversaux viennent donner à la tectonique de la région une grande complication dans le détail ; il est souvent impossible de la traduire sur une carte au 1/80.000^e ; ce pays de « côtes », qui rappelle et continue vers le S les côtes chalonnaise et dijonnaise, est encore un pays de vignobles et de cultures variées ; il est drainé par des rivières généralement conséquentes, comme la Petite-Grosne ou la Mouge.

Historique. — Les anciens auteurs, de Bonnard, Rozet (1840), Manès (1847), Dufrénoy ¹ ont traité du Mâconnais avec l'ensemble de la Saône-et-Loire ou en ont parlé incidemment. L'état des connaissances géologiques sur la région au milieu du xix^e siècle se trouve assez bien fixé par Manès (1847). Il range encore dans la partie supérieure des « marnes irisées », les grès rhétiens et les calcaires lumachelles. Dans le Lias, il place les calcaires à « gryphites », le calcaire à Bélemnites (formé en réalité de marnes avec quelques bancs calcaires et terminé par des calcaires ferrugineux) et enfin des marnes schisteuses et bitumineuses noires. Les calcaires de l'Oolithe inférieure sont divisés en 3 groupes : à la base, 20 m à 30 m de calcaires lamellaires ou crinoïdiques, puis 15 m à 25 m de calcaire à Polypiers et Entroques, et au sommet 10 m à 15 m de calcaire compact et de calcaires oolithiques fissiles.

La deuxième moitié du xix^e siècle vit au contraire une série de Monographies strictement mâconnaises. De Ferry (1860) étudie surtout le Bajocien qu'il divise en : calcaire à Entroques inférieur ou à *Pecten personatus*, calcaire à Entroques proprement dit ou calcaire à Polypiers, daté à Milly par *Am. sauzei*, et calcaire à *Terebratula philipsi* puis à *Dysaster ringens*.

Berthaud (1869) donne une description de l'ensemble du Mâconnais, mais sa classification diffère peu de celle de Manès ; cependant il range dans l'Infra-lias, les « grès du Lias » à dents de Poissons (z. à *Avicula contorta*) et le calcaire infraliasique à *Pecten thiollieri*, *Ostrea irregularis* ; pour le Bajocien inférieur et moyen, il adopte les divisions de de Ferry, mais il termine le Bajocien par les couches rouges à oolithes ferrugineuses de Pouilly ; il souligne le parallélisme du Bajocien supérieur avec l'Oolithe de Bayeux et les couches à *Am. parkinsoni*, et l'écarte du Fuller's earth anglais.

Douze ans plus tard, Adrien Arcelin (1881) apporte de nouveaux détails à cette série au sommet du Lias inférieur, il distingue le calcaire à « *Gryphaea obliqua* » et il en

¹ DUFRÉNOY et ELIE DE BEAUMONT, 1848.

donne une coupe lithologique détaillée aux Tourniers (2,60 m). Il divise le Liasien en 3 termes : calcaire à Bélemnites (3,12 m), marnes moyennes (70 m) et, au sommet, calcaire marneux et lumachelles. Dans le Bajocien, il sépare à la base, sous le calcaire à *Pecten personatus*, un calcaire feuilleté à silex, à *Am. murchisonæ* et il détaille encore la partie supérieure de l'étage. Les épaisseurs qu'il donne pour les diverses formations semblent plus exactes, que celles indiquées par Berthaud. La feuille de Mâcon (148) au 1/80.000^e, publiée en 1885, a utilisé ces divers ouvrages.

Au début du xx^e siècle, les recherches de Lissajous (1901, 1905, 1912 a, 1912 b) fournissent de nouvelles précisions; d'abord, il distingue dans le Toarcien, 5 zones que je reprendrai plus loin; peu après, il note, dans le Bajocien, l'existence d'une zone à *L. concava* et range dans la zone *S. sowerbyi* la partie terminale du calcaire à Entroques inférieur; sous les calcaires à Entroques et à Polypiers placés dans la zone à *E. sauzei*, il distingue un calcaire violacé à *E. polyschides*. En 1912, il publie une coupe détaillée du passage Domérien-Toarcien. La même année, il reprend la série de tous les horizons fossilifères connus dans le Mâconnais, en même temps qu'il en figure les principaux fossiles caractéristiques; il introduit une zone à *Deroceras armatum* à la base du calcaire à Bélemnites, et un niveau à *Amaltheus margaritalus* et fossiles pyriteux à la base des marnes du Lias moyen, dont il fait une zone à *Tisoo siphonalis*.

Le dernier ouvrage important est la Thèse de P. Roché (1939) sur l'*Aalénien et le Bajocien du Mâconnais*, travail surtout paléontologique s'appuyant en partie sur les récoltes de Lissajous; l'auteur donne cependant d'assez nombreuses coupes locales, qui lui permettent de répartir les fossiles et les sédiments dans le cadre, probablement trop rigide et trop lointain, des héméras de Buckman.

La deuxième édition de la feuille de Mâcon (148) en 1941 suit Roché pour le Bajocien et Lissajous pour le Lias, en y ajoutant cependant une zone à *A. obtusum*.

Je me bornerai à donner ici une série stratigraphique prise dans le Mâconnais central entre Sologny et Mâcon. L'état des affleurements (fig. 33)

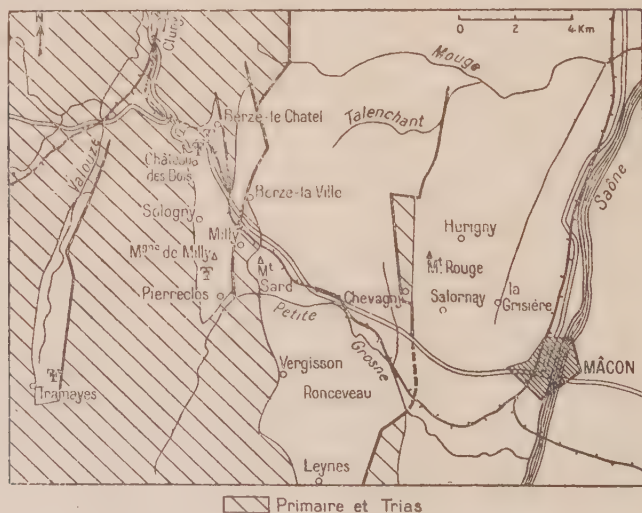


Fig. 33. — Carte des principaux gisements du Mâconnais central.

du Lias aux environs de Sologny a permis d'en mener l'étude d'une façon plus poussée que près de Mâcon (4 coupes assez complètes du Lias inférieur au lieu de 2 mauvaises). Je n'ai pas voulu reprendre la stratigraphie détaillée du Bajocien, étage particulièrement complexe dans la région, en raison des variations de faciès et du manque de repères paléontologiques dans les formations les plus épaisses ; je me contenterai de donner une coupe de la région de Milly et d'indiquer, d'après P. Roché et quelques observations personnelles (4 coupes observées), les complications qui s'y introduisent en s'approchant de Mâcon.

En dehors des échantillons que j'ai ramassés moi-même, j'ai consulté la collection Lissajous et les autres collections du laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon. La collection de de Ferry est conservée à Marseille par un de ses descendants.

M. Corsin a bien voulu me guider autour de Milly ; M. Branciard m'a accompagné plusieurs fois sur le terrain ; c'est avec lui et M. Pelletier que j'ai revu la coupe de Ronceveau, déjà décrite par P. Roché.

RIHÉTIEN et HETTANGIEN

Environs de Pierreclos. — Le talus d'un petit chemin récent menant de Pierreclos vers la Condemine (780 × 151,5) montre une assez bonne coupe de ces étages ; les couches présentent un pendage d'environ 7° à 8° WSW et se succèdent ainsi de haut en bas :

20. Calcaire gris-bleu assez cristallin, à fins débris blanchâtres : 0,80 m.

* *Metophioceras cordieri* CANAV. : WÄHNER, pl. 48, fig. 1-4.

Coroniceras? *rotiforme?* Sow. var. aff. *kridion* WÄHNER, pl. 52, fig. 7, 2 exemplaires, le plus grand a des côtes plus espacées que le type.

Pinna sp. et nombreux fragments de test.

Gryphæa cf. *arcuata* LMK., rare.

19? Calcaire gris-bleu plus clair, s'altérant en jaune-brun, légèrement marneux, mais très compact, fossiles à test de calcite orangé dégagés par l'érosion.

. 0,20 m à 0,30 m.

* *Metophioceras* cf. *cordieri* CANAV. : WÄHNER, pl. 48, fig. 1.

* *Schlotheimia angulata?* QUENST., petite taille 14 mm.

Microschiza clathrata DEBH. et autres Gastéropodes nombreux.

Rhynchonella sp.

Lamellibranches et Polypiers.

----- surface perforée.

16. Calcaire gris-brun parfois violacé, à fins débris d'Entroques formant des bancs, tantôt épais, et réguliers, tantôt assez irréguliers. Quelques bancs contiennent de petites oolites et débris de limonite brun clair : 1,40 m.

Caloceras cf. *pirondi* REYNÈS Mon., pl. 3, fig. 30, côtes plus fines dans les tours internes.

Gastéropodes, nombreuses sections.

Myaires, moules internes.

15. Calcaire marneux assez compact, gris verdâtre avec quelques débris de coquilles arrondis; taches brunes ou violacées irrégulières; formant deux bancs assez constants :
 0,30 m.

Alsatites laqueus QUENST. Am., pl. 1, fig. 14, taille plus grande.

13. Calcaire identique un peu plus marneux, en bancs irréguliers, parmi lesquels on note deux bancs plus compacts, à petits débris d'Entroques : 1 m.

Caloceras sp., fragment.

Psiloceras sp., forme peu ornée du groupe de *P. planorbe* Sow., fragment.

Cardinia sp., Myaires.

Entolium hehli D'ORB.

12. Marnes graveleuses 0,40 m.

11. Calcaire gris clair ou bleu, très cristallin, à *Plicatula* cf. *oceani* D'ORB. et *Cardinies*, puis calcaire un peu marneux à nombreux fossiles visibles en section : *Cardinia* pl. sp., *Ostrea sublamellosa* DUNK.; il forme des bancs séparés par des marnes grises 1,50 m. à 2 m.

9. Bancs de grès blanc, généralement assez fin, séparés par des marnes; le banc supérieur est plus grossier, un autre banc assez grossier vers la base contient de nombreuses écailles et dents de Poissons et quelques mauvaises empreintes de Lamellibranches à test brun-rouille. 1,30 m.

8. Calcaire jaune clair un peu poudreux, à petites mouchetures noires, souvent caverneux en surface, associé à des argiles vertes visible sur 2 m à 3 m.

Interprétation. — Les couches (8-9) sont du Rhétien; on peut attribuer la couche (11) et peut-être la couche (13) à la zone à *P. planorbe* de l'Hettangien inférieur. Les couches (15-16) sont sûrement de l'Hettangien moyen à *Alsatites laqueus*. La zone à *S. angulata* est mal représentée, car la couche (19) peu épaisse renferme, à côté d'une petite *Schlotheimia*, un petit *Coroniceras* qu'on rencontre souvent associé à *C. rotiforme*; la couche (20) est nettement sinémurienne.

Berzé-le-Châtel. — La tranchée de la voie ferrée de Mâcon à Cluny, à l'entrée E du tunnel des Bois Clairs montre, de haut en bas la succession suivante :

(La composante du pendage selon la direction de la tranchée est de 12° à 15° SE).

20? Calcaire gris-bleu, compact, gélif, à nombreux débris dans un ciment légèrement marneux 2 m à 3 m.

19. Calcaire marneux compact, gris violacé, à nombreuses oolites brun-noir, souvent recristallisées; sections de Lamellibranches et de Gastéropodes 0,30 m.

14. Alternance de bancs de calcaire gris verdâtre, compact, un peu marneux, légèrement cristallin, et de calcaire marneux feuilleté; plusieurs bancs sont très chargés d'oolites et de débris de limonite et prennent une teinte brun-jaune ou brun-rouge

violacé; ailleurs les oolithes sont très dispersées. Aux oolithes ferrugineuses, sont associées de petits grains de quartz de 0,2 mm environ. Nombreuses sections de Gastéropodes et de Lamellibranches dans certains bancs 1 m.

A la base petit lit de marnes vertes.

----- surface perforée.

11. Calcaire marneux gris à taches violacées, un peu gréseux (grains de 0,2 mm à 0,3 mm et poussière de 30 μ), en bancs irréguliers de 5 cm à 10 cm à délit noirâtre, séparés par des marnes; à la base, banc gris-bleu cristallin, très pyriteux. 2,50 m.

* *Lima* sp., Lamellibranches et Gastéropodes en section.

Argile noirâtre. 0,50 m.

9. Petit banc de grès calcaire assez fossilifère 0,05 m.

Ostrea marcignyana MARTIN, *Chlamys valoniensis* DEF.

8. Calcaire jaunâtre à cassure poudreuse, à mouchetures brun foncé, avec localement de nombreux grains de quartz, prenant un aspect vacuolaire en surface; mauvaises empreintes de Lamellibranches; il forme des bancs alternant avec des marnes brunes ou vertes 4 m à 5 m.

7. Grès fin ou un peu grossier en bancs, avec intercalation de calcaire brun foncé assez cristallin 2 m.

6. Argile gris-bleu ou noire feuilletée; vers leur base deux petits bancs de calcaire gris, gréseux, à grain très fin se débitant en plaquettes 3 m.

A 200 m au SW de la tranchée, dans la cour de ferme de M. Maugin, j'ai, lors d'un terrassement, étudié plus facilement les couches hettangiennes. Le premier banc de calcaire gris-bleu, compact, cristallin (20 ?) m'a donné de petites *Schlotheimia* voisines de *S. angulata* QUENST. et une série de moules de gros Gastéropodes : *Pleurotomaria* sp., *Zygopleura quinettea*? PIETTE; la couche (19) à petites oolithes noires, assez fossilifère, montrait des Cardinies et de nombreux mauvais Gastéropodes. La couche (14) de calcaire à oolithes ferrugineuses a donné *Psiloceras* sp., fragment indéterminable, et une empreinte de *Schlotheimia*? sp. La surface supérieure du banc (11) est nettement perforée et couverte de *Dimyopsis emmerichi* v. BISTRAM; la puissance de ces bancs (11) ne me semble pas dépasser 1,50 m et les couches inférieures montrent de nombreuses sections de Gastéropodes et de Lamellibranches.

En-dessous, vient un petit banc de 20 cm de calcaire blanc grisâtre, à grain fin, avec patine noire sur les cassures, renfermant de nombreux moules de Lamellibranches (10 ?).

Interprétation. — J'attribue au Rhétien les couches inférieures (8) d'argile feuilletée, de grès et de calcaire jaunâtre, ainsi que peut-être le banc de grès (9) de la voie ferrée. J'hésite à ranger dans le même étage le calcaire marneux grisâtre de la base de la cour de ferme (10 ?), aucun de ses mauvais moules de Lamellibranches n'est caractéristique. L'Hettangien inférieur est formé par les calcaires marneux (11) qui présentent parfois le type Lumachelle. A l'Hettangien moyen, correspondent les couches (14) souvent violacées, à petites oolithes de limonite. L'Hettangien supérieur est peut-être représenté dans ces mêmes couches et sans doute à la base des calcaires bleus compacts cristallins : couches à petites *Schlotheimia* de la cour de

M. Maugin : la surface perforée peut faire penser à une lacune d'une partie de la zone.

Une coupe, située au N de Berzé-la-Ville (782,5 × 155,1), et les murs des champs au NW du bourg de Sologny, montrent un Hettangien de même composition :

Striactæonina buvigneri TERQ.

Cardinia pl. sp.

Un morceau de calcaire à oolithes ferrugineuses de Berzé-la-Ville a donné les résultats suivants à l'analyse :

SiO ²	4,5	0/0	CO ²	27,30	0/0
Fe ² O ³	19,65	»	P ² O ⁵	1,15	»
Al ² O ³	13,4	»	Vanadium		faible
CaO	34	»			quantité

Plus à l'E, à Chevagny-les-Chevrières et à l'W d'Hurigny, on retrouve, partie en place, partie dans les murs, les éléments d'une coupe à peu près identique ; en particulier le niveau à oolithes ferrugineuses est aussi développé, alors qu'il était à peine indiqué au S de Sologny, à Pierreclos.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

La suite de la coupe de la tranchée de la voie ferrée sous Berzé-le-Châtel montre de haut en bas :

25. Calcaire gris-bleu assez cristallin, à nombreux débris, en bancs plus ou moins réguliers : visible sur 2 m environ.

Asteroceras stellare Sow.

Gryphæa cymbium LMK.

23-24. Calcaire de même type, formant un banc en saillie, avec nombreuses *Belemnites acutus* MILL., *Gryphæa arcuata* LMK., puis calcaire, un peu plus marneux, en petits bancs, à nodules phosphatés, assez fossilifère 2 m.

De haut en bas :

Agassiceras (*Metacymbites*) *davidsoni*? D'ORB., très petite taille.

Arnioceras geometricum OPP. : cf. DUM. L. inf., pl. 7, fig. 3-4.

Pararnioceras sp.

Arnioceras cf. *rejectum* FUCINI Cetona, pl. 19, fig. 1-6.

Arnioceras miserabile QUENST.

Euagassiceras? sp. du groupe de *E. sauzeanum* D'ORB.

23 a. Petit banc de calcaire gris violacé, moins cristallin, plus marneux, nettement en retrait, *Rhynchonella* sp. 0,05 m' à 0,10 m.

22. Calcaire gris-bleu, cristallin, à nombreux débris, en bancs compacts, réguliers de 20 cm à 30 cm d'épaisseur, à surfaces ondulées, Gryphées assez nombreuses. Les bancs de la partie inférieure sont très riches en Gryphées et gros *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow. et de celui de *C. bisulcatum* BRUG.

21-20 ? Calcaire gris-bleu compact à cassures vives, gélif, un peu moins cristallin que les bancs supérieurs, à nombreux débris dans un ciment légèrement marneux, fossiles nombreux surtout dans le tiers supérieur : 2 m à 3 m.

Schlotheimia sp. intermédiaire entre *S. trapezoidalis* Sow. : WÄHNER, pl. 23, fig. 2 et *S. scolioptycha* WÄHNER, *ibid.*, fig. 13-14; section, ombilic et force des côtes de *S. trapezoidalis*, mais les côtes sont divisées irrégulièrement au 1/3 inférieur des flancs comme chez *S. scolioptycha*.

Cardinia pl. sp., *Pinna* sp. et nombreux fragments de test.

19. Calcaire marneux compact, gris violacé, à nombreuses oolites brun-noir, souvent recristallisées; sections de Gastéropodes et de Lamellibranches (cf. p. 292).

Le Lotharingien à peu près complet est visible dans le talus W de la route nationale, à 300 m au SW de la tranchée de chemin de fer dont il vient d'être question; de haut en bas :

29. Calcaire gris ou brun, en plaquettes, à très nombreuses Entroques.

28. Gros banc de calcaire gris compact, à Entroques fréquentes, dans un ciment de calcaire un peu marneux, rares petites pseudoolites recristallisées : . . . 0,30 m.

Echioceras sp. du groupe de *E. raricostatum* ZIET., fragment.

Rhynchonella cf. *fronto* QUENST.

Rhynchonella sp. (= *R. variabilis major* RAU, 1905, pl. 1, fig. 108).

27 b ? Calcaire brun ou gris, compact, un peu marneux, très délité avec des bancs schisteux à sa partie supérieure : 0,50 m.

Ozynoticeras sp., grande taille.

27 a ? Calcaire gris verdâtre, gélif, à débris cristallins, dans un ciment de calcaire un peu marneux et délits de calcaire schisteux : 0,30 m.

Echioceras (*Plesechioceras*) *delicatum* TRUEM. et W. : DUM. L. inf., pl. 31, fig. 3-5.

Echioceras pl. sp.

Belemnites pl. sp., abondantes.

26. Calcaire gris-bleu compact, assez cristallin, riche en débris . . . 1,20 m.

25 ? Calcaire identique :

Agassiceras (*Metacymbites*) *davidsoni* D'ORB.

Gryphaea cf. *arcuata* LMK.

Ce dernier banc appartient peut-être encore au Lotharingien inférieur ou déjà au Sinémurien supérieur.

Le Lotharingien n'a donc ici que 2 m à 3 m d'épaisseur.

A 200 m au SW, le long de la même route, les couches sont plus fossilifères, mais la coupe est moins nette.

Au sommet (28) un banc de calcaire gris-bleu, à nombreux nodules phosphatés renferme :

Plesechioceras sp. du groupe de *P. nodotianum* D'ORB.

Echioceras sp. à côtes fines, de petite taille.

0,50 m plus bas (27) : un banc de calcaire gris compact m'a donné :

Oxynoticeras oxynotum QUENST., petite taille.

Oxynoticeras? *driani* DUM. L. inf., pl. 37, taille plus grande, ornementation vigoureuse au dernier tour.

0,15 m plus bas (26) : banc de calcaire gris-brun, à fossiles phosphatés, très riche en débris d'Entroques avec :

Gagaticeras gagateum Y. et B. : BUCKM. Y. T. A., pl. 78, fréquent.

Gagaticeras cf. *funiculum* S. BUCKM. Y. T. A., pl. 122 et autres formes voisines.

Deux autres bonnes coupes de ces étages se voient en face du cimetière de Sologny et à Berzé-la-Ville, au-dessus de l'affleurement de l'Hettangien déjà signalé. Cette dernière, très complète, montre exactement la même succession que la tranchée de chemin de fer :

Sinémurien inférieur : calcaire gris-bleu assez cristallin avec quelques Cardinies et de nombreux débris de *Pinna*, rares Gryphées (3 m à 4 m).

Sinémurien moyen (zone à *C. bucklandi*) : calcaire à très nombreuses Gryphées, gros *Coroniceras* ; nombreuses Cardinies à la base (6 m).

Sinémurien supérieur (zone à *A. semicostatum*) : calcaire en petits bancs avec quelques nodules phosphatés et de nombreux *Arnioceras* : *A. misérable* QUENST., *A. geometricum* OPP. et *Gryphæa arcuata* LMK. (2 m).

Lotharingien : Calcaire à *Asteroceras*, *Gryphæa cymbium* LMK., *Zeilleria cor* LMK. (3 m à 4 m).

La carrière, située à l'W du cimetière de Sologny, montre aussi très bien le Sinémurien supérieur avec de nombreux *Arnioceras* répartis en plusieurs bancs :

Arnioceras mendax FUCINI Cetona, pl. 20, fig. 3.

Arnioceras cf. *semicostatum* Y. et B. : FUCINI Cetona, pl. 25, fig. 13.

Arnioceras sp. = *A. semicostatum* LANGE, 1925, pl. 19, fig. 1.

Arnioceras sp. cf. *A. fulcaries densicosta* QUENST. Am., pl. 13, fig. 7.

etc...

Schlotheimia (*Charmasseiceras*) sp.

On remarque, comme à Berzé-le-Châtel, un petit banc de calcaire gris, plus clair, plus marneux, riche en *Arnioceras*, en retrait par rapport aux autres bancs.

Le Lotharingien, lui aussi, est visible dans la même carrière, à l'E de la partie exploitée, avec ses niveaux supérieurs de calcaire assez feuilleté à nombreux nodules phosphatés et *Echioceras* (*E.* cf. *delicatum* S. BUCKM.) etc... Il se termine, comme à Berzé-le-Châtel, par des calcaires plus cristallins à nombreuses sections d'Entroques, où apparaissent quelques pseudoolithes à centre généralement recristallisé ou redissous.

PLIENSBACHIEN

Le talus de la route nationale n° 79, dans la montée des Bois Clairs, au SW de la ferme de M. Maugin, montre de haut en bas la coupe suivante (780,4 × 156,4) :

37-36. Calcaire marneux gris clair, en petits bancs gélifs, en désordre au voisinage de la surface du sol :

Amaltheus margaritatus MONTF.

Productylioceras davæi Sow.

35. Calcaire gris marneux compact, très dur, quelques débris cristallins dans un ciment mat : nombreuses Bélemnites 0,18 m.

A la base, lit presque continu d'*Egoceras* (*Androgynoceras*) *latæcosta* Sow.

Lytoceras fimbriatum Sow. partout.

34 ? Marnes feuilletées à nombreuses Bélemnites et banc de calcaire marneux ; *Belemnites clavatus* STAHL, *B. umbilicatus* BLAINV. *B. apicicurvatus* BLAINV., etc...

. 0,20 m.

33. Calcaire marneux gris, devenant brun par altération : 0,10 m.

Acanthopleuroceras maugenesi D'ORB.

Acanthopleuroceras stahli OPP.

Et nombreux autres *Acanthopleuroceras* voisins.

Lytoceras sp.

Dent de Reptile (?).

32 b. Calcaire feuilleté à nombreuses Bélemnites : *B. zieteni* MAYER, *B. clavatus* STAHL (plus rare), etc... 0,05 m.

32 a. Calcaire gris ou brun assez cristallin, encore légèrement marneux :

. 0,15 m.

Tropidoceras masseanum D'ORB. P. F., pl. 58, abondant.

Lytoceras cf. *fimbriatoides* GEMMELLARO, 1884, pl. 3, fig. 20, costulation plus forte.

Acanthopleuroceras? sp.

Beaniceras sp.

31. Calcaire feuilleté à Bélemnites et banc de calcaire marneux compact : *Uptonia* sp., *Belemnites* pl. sp., petite taille 0,30 m.

J'ai recueilli dans les murs du voisinage avec une gangue de calcaire marneux très proche de celle de ce banc :

Uptonia venustula DUM. L. moy., pl. 17, fig. 4-5.

Deroceras aff. *submuticum* OPP. : DUM. L. moy., pl. 44, fig. 3-4 non pl. 12, fig. 1.

30. Calcaire assez cristallin, riche en débris d'Entroques 0,40 m.

29 ? Calcaire brun, compact, marneux, passant à sa partie moyenne à un calcaire cristallin à nombreuses Entroques, se décomposant en plaquettes ; pseudoolithes recristallisées et rares Brachiopodes, à la base. Cette dernière couche appartient sans doute déjà au Lotharingien (horizon à *D. armatum*)

A l'W de Berzé-la-Ville, au-dessus de l'Hettangien et du Sinémurien, on voit affleurer, dans les champs, un calcaire brun très cristallin à nombreuses petites oolites brunes dont le contenu est généralement dissous : *Rhynchonella* cf. *oxynoti* QUENST. et un mètre plus haut, environ, un calcaire marneux gris-brun, à *Uptonia jamesoni* Sow. et formes voisines.

Au total, nous avons en Mâconnais un Pliensbachien peu épais (1 m à 2 m), très calcaire surtout à la base. Toutes les zones sont présentes, la zone supérieure à *P. davœi*, avec ses deux horizons à nombreux *Ægoceras* et *P. davœi* proprement dit, est particulièrement mince : 40 cm à peine.

DOMÉRIEN

Au-dessus des calcaires marneux gris à *Amaltheus margaritatus* MONTEF. qui surmontent immédiatement le Pliensbachien supérieur (p. 297), vient une épaisse série de marnes grises peu fossilifères. Comme toujours, des prairies les couvrent et les affleurements sont rares. Une tranchée d'eau au S de la ferme de M. Maugin, vers 780,55 × 156,15, les a traversées; ce sont des marnes en plaquettes finement micacées, bleues en profondeur, gris-brunâtre en surface. Leur épaisseur est d'environ 50 m à 70 m; elles forment la partie inférieure du flanc W de la colline, côte 311, qui domine au NE le Château des Bois, et la vieille route des Bois clairs.

Ces marnes sont couronnées par quelques bancs de calcaire jaune ou brun, tantôt très cristallin, tantôt plus marneux. Ils contiennent de nombreuses Bélemnites et quelques Brachiopodes. Ils affleurent dans les vignes, près de la cote 311, et sont souvent utilisés pour les murs de pierres sèches. Je les ai vus en place à l'E du Château des Bois, dans une petite fouille faite pour un abreuvoir. Les calcaires cristallins bruns alternaient avec des bancs de calcaire marneux gris ou jaunâtre. J'ai recueilli la faune classique du niveau :

Gryphæa gigantea Sow., forme étroite.

Belemnites bruguierianus D'ORB.

Pseudopecten æquivalvis Sow.

Rhynchonella sp.

TOARCIEN et AALÉNIEN INFÉRIEUR

Ces étages affleurent surtout dans les vignes, aussi les données recueillies n'ont-elles pas une grande précision stratigraphique. La seule bonne coupe a été décrite par Lissajous (1912), le long de la tranchée de la voie ferrée économique de Tramayes à Cluny (774,8 × 147,8) ? Aujourd'hui les bords de la tranchée ont un peu glissé et on ne peut observer la succession des couches avec la même précision.

En général, au-dessus des calcaires bruns spathiques du Domérien supérieur, le Toarcien débute par quelques bancs de calcaire un peu marneux, gris ou beige clair, à cassure finement grenue, se délitant en plaquettes. Ils contiennent de nombreuses écaillés et débris de Poissons, *Inoceramus cinctus* GOLDF., *Dactylioceras* pl. sp., *Harpoceras* sp. assez écrasés. Ces couches peu épaisses représentent la zone à *H. falciferum* (42) (1 m à Tramayes d'après Lissajous).

Elles sont surmontées par des marnes grises ou brunes à fossiles phosphatés ou pyriteux, qui renferment, à la base (Toarcien moyen) : *Hildoceras bifrons* BRUG. et formes voisines, *Cœloceras crassum* PHILL., *Cœloceras* (*Collina*) *mucronatum* D'ORB., *Hildoceras* (*Brodiceras*) sp., *Frechiella subcarinata* OPP., etc., (43-45).

Et plus haut (Toarcien supérieur), *Lytoceras jurensis* ZIET., *Grammoceras toarcense* D'ORB., *Grammoceras striatulum* SOW., *Pseudogrammoceras cotteswoldiae* S. BUCKM., *P. pachu* S. BUCKM., *P. cf. fallaciosum* BAYLE (46-49).

Lissajous note que les marnes assez foncées de ce Toarcien supérieur sont parsemées de fines oolithes phosphatées, parfois entourées d'une pellicule ferrugineuse. J'ai aussi récolté à Sologny et à Pierreclos un calcaire marneux gris-bleu, à grosses oolithes phosphatées à patine noire, renfermant de rares et assez mauvais fossiles, *Cœloceras* (*Collina*) *mucronatum* D'ORB., *Hildoceras* (*Brodiceras*?) sp.; ce serait donc un dépôt du sommet du Toarcien moyen.

Au-dessus viennent d'autres marnes feuilletées, à fossiles phosphatés : c'est l'Aalénien inférieur avec sa faune classique de *Dumortieria* (50-52).

L'ensemble de ces marnes aurait 7 m d'épaisseur d'après Arcelin; Lissajous parle de 10 m au maximum.

L'Aalénien moyen, à l'état de calcaire marneux, se présente sous des aspects un peu différents, selon les points, mais toujours il y a des remaniements, indice qu'il s'est déposé dans une mer agitée.

1° A l'W, près de *Tranayes*, dans la tranchée de voie ferrée déjà citée, un gros bloc de calcaire marneux glissé du sommet des marnes m'a donné une faune abondante :

- * *Pleydellia* (*Walkericeras*) *burtonensis* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 32, fig. 9-10, sup., p. 139.
- * *Pleydellia* cf. *aalensis* ZIET. et nombreuses autres formes voisines.
- * *Lioceras* cf. *partitum* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 14, fig. 3-4, petite taille.
- * *Lioceras* pl. sp.

Ces Ammonites sont, soit à l'état de moules internes phosphatés présentant des traces de remaniements, soit en calcaire marneux gris faisant partie de galets de même nature profondément perforés. Le sédiment qui les emballe est un calcaire gris verdâtre à grain fin, légèrement cristallin, riche en paillettes de mica et en petits grains de quartz (10 μ à 100 μ) dont quelques-uns ont leurs faces cristallines; il doit leur être de peu postérieur; je le daterais volontiers de la fin de la zone à *L. opalinum*.

2° Au contraire dans la région de *Sologny* et surtout à l'E, à *Chevagny-les-Chevrières*, au sommet des vignes et dans les murs de pierres sèches, à la base des « calcaires à Entroques », il existe un banc de calcaire brun verdâtre, à petits grains de quartz (10 μ à 50 μ) et à oolithes ferrugineuses qui renferme d'assez nombreuses Ammonites, souvent usées ou incomplètes, mais dont le moule interne est déjà constitué par un calcaire marneux, à oolithes ferrugineuses, du même type que leur gangue. Sur le flanc W du Mont Rouge, j'ai recueilli (787,9 $\times$ 151,7) (cf. Roché, 1939, pp. 79-80) :

- * *Pleydellia* cf. *subcompta* BRANCO : BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 11-13.
- * *Pleydellia* cf. *aalensis* ZIET. : BENECKE Eisen., pl. 50, fig. 1.
- * *Pleydellia* sp. du groupe de *P. aalensis* ZIET. : SCHNEIDER, pl. 3, fig. 1.
- * *Canavarina venustula* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 31, fig. 10.
- * *Lioceras partitum* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 9, fig. 4.
- * *Lioceras lineatum* S. BUCKM. : SCHNEIDER, pl. 3, fig. 7.
- * *Lioceras comptum* REINECKE : BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 7, fig. 7.
- * *Cypholioceras plicatum* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 8, fig. 7-9.

Cypholioceras opaliniforme S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 10, fig. 1-2 et d'autres grands *Lioceras*.

* *Erycites fallax* BENECKE : VACEK, 1886, pl. 15, fig. 5.

J'ai recueilli ces mêmes formes dans les vignes de Sologne.

Les *Pleydellia*, très rongées ou même perforées, sont à l'état de moules internes phosphatés, ou de calcaire marneux hématisé avec rares oolithes ferrugineuses; les *Lioceras* sont mieux conservés, leur remplissage est fait d'un calcaire marneux compact avec moins d'oolithes ferrugineuses que la gangue, même dans la chambre d'habitation. Là encore, je pense que le dépôt peut dater de la fin de la zone à *L. opalinum*, remaniant des formes de l'horizon à *P. aalensis*.

Dans le Maconnais donc, les deux zones à *P. aalensis* et *L. opalinum* sont peu épaisses; des remaniements nets soulignent les courants qui ont régné pendant cette période.

AALÉNIEN SUPÉRIEUR et BAJOCIEN

Ils constituent une épaisse série calcaire et jouent un rôle morphologique important.

I. — Dans la région de Milly et de Sologne on peut distinguer les ensembles suivants :

1° A la base, sur quelques mètres, un calcaire brun clair, finement cristallin, un peu marneux avec quelques petits grains de quartz détritique; en surface il prend une teinte gris verdâtre, un aspect schisteux et se délite en plaquettes à surfaces irrégulières. A Sologne et sur le flanc N du Monsard, il ne renferme que de rares empreintes de *Cancellophycus*, mais les Ammonites recueillies ailleurs permettent de l'attribuer à la zone à *L. murchisonæ*¹.

2° Au-dessus vient un calcaire gris ou beige, cristallin, à grain fin, riche en Entroques, qui contient plusieurs lits irréguliers et discontinus de concrétions siliceuses. On peut l'observer par exemple au sommet de la petite colline située au SW du cimetière de Sologne. Il est surmonté par des calcaires de même type, un peu plus largement cristallins, certains bancs renferment de très nombreux *Amussium pumilus* LMK. Ces deux formations, épaisses de 10 m à 15 m au total, constituent le « calcaire à *Pecten pumilus* » de P. Roché. Il le date de l'héméra *bradfordensis* car en un point, à Chaintré, il a trouvé au sein de cette formation, une faune de cet âge.

3° Des calcaires cristallins, bruns ou roux, spathiques, à grain fin, en bancs épais viennent ensuite. C'est le « calcaire à Entroques inférieur » de P. Roché. Son grain est en général plus fin, les articles moins discernables que dans le vrai calcaire à Entroques. Au sein de cette formation, pauvre en fossiles, il existe, au-dessus d'une

¹ A l'W au contraire, le long de la route de Tramayes à Saint-Point (775,25 × 150,4), le faciès calcaire semble débiter plus tôt, car dans des bancs de calcaire peu épais, à structure cristalline nette, séparés par des délits feuilletés, j'ai recueilli **Lioceras uncinatum* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 8, fig. 7-9, forme de la zone à *L. opalinum*. Ces calcaires sont surmontés, comme ailleurs, par des calcaires massifs à rognons siliceux et par des calcaires bruns cristallins à *Amussium pumilus* LMK.

surface perforée, une couche assez fossilifère d'aspect et d'épaisseur un peu variable : c'est un calcaire gris-brun, parfois rose ou rouge, cristallin, à grain fin, un peu marneux et gélif, séparé par des délits schisteux rouges; il contient presque toujours des pisolithes rouges de 3 mm à 5 mm souvent aplatis; ils peuvent servir de repère en l'absence de fossiles. A la Montagne de Milly la couche mesure de 0,50 à 0,80 m. J'y ai recueilli :

Ludwigella aff. *cornu* S. BUCKM., costulation plus forte et plus espacée, la rapprochant de *L. rudis* S. BUCKM.

Ludwigella rudis? S. BUCKM., petite taille.

Plagiostoma sp.

Et de grands Lamellibranches à test fibreux.

Peut-être même existe-t-il, localement, plusieurs niveaux, lenticulaires, à gros pisolithes ferrugineux renfermant une faune légèrement différente (Leynès; M. Branciard, 1950).

En tout cas un deuxième niveau fossilifère très net, de marnes et calcaire marneux irrégulier, a été signalé par P. Roché (1939, pp. 93-100); il est caractérisé par des *Sonninia* (*Euhoploceras*) cf. *acanthodes* S. BUCKM., etc... On le voit bien en montant de Grand-Bussières au Monsard. C'est probablement lui que M. Branciard a retrouvé, avec M. Pelletier et moi-même, à Ronceveau sur la rive droite du ruisseau, en dessous des calcaires à Entroques supérieurs. En ce point la couche, épaisse de 1,50 m à 2 m, a donné, au sommet, *Sonninia* sp. et à la base, *Ludwigia* (*Hyperlioceras*) *curvicostata* S. BUCKM. (Dorn, pl. 19, fig. 2); cette dernière forme, considérée par Buckman comme probablement contemporaine d'*Hyperlioceras discites* WAAG., est rangée, comme elle, par Dorn dans la zone à *S. sowerbyi*. La partie élevée du calcaire à Entroques inférieur et, en particulier, le niveau à *Sonninia* (*Euhoploceras*) pl. sp. serait donc à placer, probablement, dans le Bajocien inférieur en Mâconnais et non pas dans la zone à *L. concava* de l'Aalénien comme en Angleterre.

Les calcaires à Entroques inférieurs ont 15 m à 20 m d'épaisseur à la montagne de Milly.

4° Un autre calcaire à Entroques, brun en bancs compacts, les recouvre, son grain est généralement plus gros; les articles atteignent 3 mm à 5 mm. C'est « le calcaire à Entroques supérieur » de P. Roché, épais de 15 m à 20 m à Milly.

5° Le calcaire à Polypiers ¹ qui les surmonte est très développé à la montagne de Milly (30 m à 40 m ?); on peut, dans les murs et les pierriers, faire une très belle

¹ L'âge du calcaire à Polypiers est difficile à établir avec précision. De Ferry, en effet, a récolté à Milly, *Otoites sauzei* D'ORB., forme du Bajocien inférieur, alors que P. Roché (1939, p. 54), indique à Ronceveau dans les calcaires à Entroques supérieurs, équivalent latéral du calcaire à Polypiers, une faune du Bajocien moyen, *Stephanoceras humphriesi* Sow., *St. brodiei* Sow. Cependant le niveau fossilifère de Ronceveau se situe à la partie élevée du calcaire à Entroques supérieur, au moins à 30 m au-dessus du niveau fossilifère à *Sonninia* sp. et *Ludwigia* (*Hyperlioceras*) *curvicostata* S. BUCKM. L'étude de la rive gauche montre que le calcaire à Polypiers, bien développé à la Roche de Vergisson, diminue progressivement d'importance à mesure que l'on se rapproche de Ronceveau; les derniers bancs viennent finir, à 100 m ou 200 m à l'WNW du petit pont indiqué par P. Roché, dans la partie inférieure des calcaires à Entroques supérieurs, presque immédiatement au-dessus de la surface perforée que Roché date de l'épibole *crassispinata* (niveau à *Sonninia* (*Euhoploceras*) sp.), détruit ici par abraison sous-marine (cf. Branciard, 1950).

Ainsi, il semble que le niveau à *Stephanoceras humphriesianum* Sow. corresponde seulement à la partie supérieure des calcaires à Polypiers, ceux-ci peuvent s'intercaler aussi beaucoup plus bas dans la série des calcaires à Entroques supérieurs (Milly).

récolte de ces organismes constructeurs. Au Monsard, les Polypiers, moins abondants, sont associés à des bancs de calcaire à Entroques.

Roché (1939, pp. 64-68) a décrit une bonne coupe de ce niveau de calcaire construit au N de la Croix-Blanche, au-dessus de la voie ferrée : il indique une variation rapide de l'épaisseur des couches; en réalité le calcaire à Polypiers est plus épais à l'extrémité N qu'il ne paraît, car le calcaire gris à grain fin et Brachiopodes silicifiés, attribué par Roché sans preuve à la zone à *S. niortense*, n'est pas le toit du récif, mais une simple intercalation d'un faciès différent; les calcaires à Polypiers typiques reprennent au-dessus et forment une falaise de plus de 4 m de haut, bien visible actuellement. Roché note ailleurs que le faciès de calcaire à Brachiopodes silicifiés est fréquemment associé à celui des calcaires à Polypiers.

Dans les murs de la montagne de Milly, j'ai ramassé également des calcaires bruns, finement cristallins, renfermant *Garantia* (*Orthogarantia*) *densicosta* QUENST. et des calcaires gris, à grain fin, à fossiles silicifiés qui appartiennent sans doute au niveau à *S. niortense*, si classique au Monsard.

6° En contre-bas des Polypiers, mais au-dessus d'eux en raison du pendage E des couches, on ramasse dans les champs du flanc E de la montagne de Milly : *Parkinsonia subarietis* WERTZ., *Garantia garanti* D'ORB., *Parkinsonia parkinsoni*? SOW., *Pholadomya* sp., *Mytilus* sp. Leur niveau affleure un peu plus bas, au creux d'Herbore (781,1 × 152,15), le long du chemin de la Chize.

On y voit un calcaire gris un peu marneux assez feuilleté, alternant avec des bancs de calcaire brunâtre dur, à débris. J'y ai recueilli plusieurs échantillons de *Parkinsonia subarietis* WERTZ.

II. — **Les environs de Mâcon** donnent une coupe plus complexe de cet ensemble calcaire; je l'ai brièvement étudié autour d'Hurigny.

J'ai déjà mentionné, au flanc W du Mont Rouge, les calcaires marneux à oolites ferrugineuses avec faune légèrement remaniée des zones à *P. aalensis* et *L. opalinum*.

Immédiatement au-dessus, viennent des calcaires gris schisteux à *Cancellophycus* où j'ai recueilli quelques mauvaises Ammonites :

* *Ludwigia* (*Brasilia*) *bradfordensis*? S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 4, fig. 5-6.

* *Ludwigia* (*Brasilia*) sp. = *H. bradfordense* BENECKE Eisen., pl. 57, fig. 2-3.

* *Ludwigella arcitenens*? S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 4, fig. 1.

Dans les calcaires de même type ou légèrement plus compacts, j'ai ramassé, dans les murs de la route de Salornay à Chevagny-les-Chevrières, * *Ludwigia* cf. *laciniosa* S. BUCKM. (*Kiliania*) Inf. Ool. sup., pl. 15, fig. 4-6 (ombilic plus ouvert).

Ces formes permettent de ranger ces calcaires dans la zone à *L. munchisonæ*; la présence des *Brasilia* et d'une *Ludwigella* les placerait assez haut dans cette zone.

Le calcaire à Entroques inférieur a été décrit par P. Roché (1939, p. 46) dans une carrière au N de la route de Salornay à Chevagny (788,15 × 150,45); une nouvelle mise en exploitation m'a permis de ramasser dans sa couche 8 (1939) :

* *Ludwigella* cf. *concava* SOW., côtes moins nombreuses que le type, ce qui la rapproche de la variété *Lugdunensis* ROMAN et BOYER (Riche, 1904, pl. 1, fig. 5).

Ludwigella sp.

Cette couche renferme des pisolithes rouges. Nous sommes donc en présence du niveau à *L. concava* et non de l'épibole *crassispinata* comme le pensait Roché, ce qui d'ailleurs ne modifie pas sensiblement la stratigraphie.

Deux vieilles carrières tout à fait abandonnées, mais plus importantes, situées à 400 m au S de la précédente, montrent mieux le niveau fossilifère de la zone à *L. concava*; j'y ai recueilli :

Ludwigella aff. *rudis* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 15, fig. 11-12, un peu moins épaisse, à ombilic moins ouvert.

Ludwigella sp. = *L.* aff. *arcitenens* ROMAN, 1913, pl. 1, fig. 13.

Ludwigella cf. *concava* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 2, fig. 6-7, même section, même ombilic, mais côtes assez marquées dans la région ombilicale comme chez *L. cornu* S. BUCKM.

etc...

8 m plus haut, ces carrières présentent un deuxième niveau de calcaire rognoneux irrégulier avec passées de marnes rouge vif et une mauvaise *Sonninia*? sp., c'est sans doute, le niveau à *Euhoploceras* de P. ROCHÉ.

D'après cet auteur, à Salornay, le calcaire à Entroques supérieur et le calcaire à Polypiers n'existent pas. Seul un petit banc à *Ostrea obscura* Sow. est l'équivalent latéral du premier. Par contre ces calcaires sont bien développés plus près de Mâcon, dans les grandes carrières de la Grisière. L'âge de ces formations peut être précisé ainsi :

Sous les calcaires à Entroques supérieurs existent assez fréquemment, dans la région de Mâcon, des calcaires gris violacé avec des niveaux marneux à *Otoites sauzei* D'ORB., *Normannites niacer* QUENST., etc... datés ainsi de la zone à *O. sauzei* (Roché, 1939, p. 101).

Le calcaire à Entroques supérieur correspond à la fin de cette zone mais, au moins localement, il monte dans le Bajocien moyen, car nous avons déjà vu qu'à Roncevaux sa partie supérieure contient *Stephanoceras humphriesi* Sow., *St. brodiei* Sow.¹, formes de l'épibole *Masckeites*.

Le calcaire à Polypiers se présente comme un faciès latéral du calcaire à Entroques supérieur; comme ce dernier, on peut le dater du Bajocien inférieur et de la base du Bajocien moyen.

La carrière du S de la route de Salornay à Chevagny (Roché, 1939, p. 46) montre, au-dessus de la lumachelle à *Ostrea obscura* Sow., un calcaire jaune blanchâtre en plaquettes avec petits silex difformes. Ce niveau a donné, à Appeugny, *Teloceras blagdeni* Sow. ce qui fixe son âge (Roché, 1939, p. 49).

Dans cette région, le niveau à *Brachiopodes silicifiés* de la zone à *S. niortense* fait défaut, alors qu'il existe à l'E, à la Grisière, et à l'W au Monsard, où il a été bien décrit par Arcelin et Roché (1936).

Enfin, au-dessus d'un niveau à silex branchus et de quelques bancs « de calcaire blanchâtre jaunissant à l'air, sans silex, mais à imprégnation siliceuse diffuse » (Roché, 1939, p. 116) qui a donné *Garantia garanti* D'ORB., on retrouve le niveau à *Parkinsonia subarietis* WETZ., *Garantia garanti* D'ORB. sous un faciès différent de celui de Milly; c'est une couche de calcaire marneux brun ou rouge, à petites ooli-

¹ ROCHÉ, 1939, p. 104 ; BRANCIARD, 1950, pp. 49-52.

thes ferrugineuses brunes, très riche en Brachiopodes et Lamellibranches. J'ai exploré le gisement du réservoir d'eau de Charnay situé à 600 m au S du hameau de Salornay (Roché, 1939, p. 119). Les Ammonites sont rares aujourd'hui, j'ai recueilli seulement une mauvaise *Parkinsonia* sp. La liste paléontologique donnée par Roché (1939, p. 122) montre que ces couches comprennent une bonne partie de la zone à *P. parkinsoni*, peu épaisse ici. A 100 m au S, un ouvrage allemand est creusé dans un calcaire un peu marneux, jaune-ocre avec taches irrégulières; il renferme des concrétions siliceuses et il est déjà nettement bathonien par sa faune.

Ainsi le Bajocien de la région de Mâcon se montre très complexe, en raison des variations de faciès et d'épaisseur de chaque horizon; des ensembles comme les calcaires à Entroques et les calcaires à Polypiers manquent complètement à Hurigny, alors qu'ils ont plus de 60 m à la Grisière, à 2 km à l'E, et 20 m ou 30 m environ au Monsard à 5 km à l'W. Ces variations et les nombreuses surfaces perforées témoignent de l'instabilité du dépôt et d'un régime de courants qu'il faudrait préciser par une cartographie détaillée. Nous retiendrons en tous cas que les faciès calcaires sont développés aussi bien au Bajocien inférieur et moyen qu'à l'Aalénien supérieur.

Série stratigraphique du Mâconnais.

BAJOCIEN sup.	Calcaire marneux blanchâtre ou à oolites ferrugineuses, (Milly) (= Couches de Pouilly, Salornay) avec : <i>P. parkinsoni</i> , <i>P. subarietis</i> , <i>G. garanti</i> . Calcaire blanchâtre siliceux à <i>G. garanti</i> (12 m à Prissé). Calcaire à silex branchus (2 m ?). Calcaire à Brachiopodes silicifiés et <i>Strenoceras niortense</i> (1,65 m au Monsard).
moy.	Calcaire blanchâtre à <i>T. blagdeni</i> (Appeugny : 0 m à 8 m). ▲ Calcaire à Entroques supérieur et calcaire à Polypiers (0 m à 50 m). avec, * à la partie supérieure : un niveau à <i>St. humphriesi</i> (Ronceveau), et plus bas <i>Otoites sauzei</i> (Milly, DE FERRY).
inf.	Calcaire violacé à <i>O. sauzei</i> (La Grisière) (0 m à 8 m).
50 m à 80 m.	Calcaire irrégulier et marnes à <i>Sonninia</i> sp. et * <i>Hyperlioceras curvicostatum</i> = ? niveau à <i>Sonninia</i> (<i>Euhoploceras</i>) <i>acanthodes</i> ? (1 m à 4 m).
AALÉNIEN sup.	Calcaire à Entroques inférieur (10 m à 20 m ?), avec un niveau à pisolithes ferrugineux à <i>Ludw. concava</i> . Calcaire à <i>Amussium pumilus</i> avec <i>Ludwigia bradfordensis</i> à Chaintré. Calcaire gréseux schisteux plus ou moins feuilleté à silex, avec <i>Ludw. murchisonæ</i> et (* <i>L. bradfordensis</i> ? à Salornay) (* <i>Lioceras uncinatum</i> à Tramayes)

AALÉNIEN inf.	▲ Calcaire marneux avec ou sans oolithes ferrugineuses de la zone à <i>Lioceras opalinum</i> avec fossiles remaniés de la zone à <i>P. aalensis</i>. (Marno-calcaire à <i>Dum. moorei</i>, La Chapelle-sous-Brancion ROCHÉ). Marnes à <i>Dumortieria</i>.
TOARCIEEN 10 m à 12 m.	Marnes et calcaire marneux à <i>Gram. toarcense</i>, <i>Pseudogrammoceras</i> (localement calcaire à oolithes phosphatées à patine noire, <i>Brodiceras</i>). Marnes et calcaire marneux à <i>Hildoceras bifrons</i>, <i>Cæloceras</i>. ▼ Calcaire en plaquettes à Poissons et marnes schisteuses.
DOMÉRIEN 50 m à 70 m.	{ Calcaire cristallin ou marneux et marnes à <i>Gryphæa gigantea</i>, <i>Pecten æquivalvis</i>. { Marnes micacées.
PLIENSACHIEEN 1 m à 2 m.	{ Calcaire marneux à : — <i>P. davæi</i>, — * <i>Ægoceras</i> et <i>Lytoceras fimbriatum</i>, — * <i>Acanthopleuroceras maugenesti</i>, — * <i>Tropidoceras masseanum</i>, — <i>Uptonia</i> sp. { * Calcaire crinoïdique à pseudoolithes recristallisées.
LOTHARINGIEN 3 m à 4 m.	{ Calcaire à nodules phosphatés avec <i>Echioceras</i>. { Calcaire compact à <i>Ozynoticeras ozynotum</i>. { Calcaire à nodules phosphatés à <i>Gagaticeras</i>. { Calcaire compact à <i>Gryphæa cymbium</i>, <i>Asteroceras</i>.
SINÉMURIEN 10 m.	{ Calcaire à Gryphées, * <i>A. semicostatum</i>, <i>Arn. miserabile</i>. 2 m. { Calcaire à Gryphées, <i>Coroniceras bucklandi</i>. . . . 6 m. { * Calcaire assez compact à rares Gryphées, débris de <i>Pinna</i>, <i>Schlotheimia</i> sp. et <i>Coroniceras rotiforme</i>. . . 2 m à 3 m.
HETTANGIEN 6 m.	{ Calcaire à <i>Schlotheimia angulata</i>? { * Calcaire marneux avec niveaux à oolithes ferrug., <i>Al. laqueus</i>, <i>Cal. pirondi</i>. { Calcaire marneux à * <i>Psiloceras planorbe</i>? { Lumachelle à <i>Plicatules</i>, <i>Ostrea sublamellosa</i>.
RHÉTIEN	Grès blanc à Bone-bed et calcaire jaune dolomitique.

CHAPITRE X

MONT D'OR LYONNAIS ET SES ANNEXES

A quelques kilomètres au N de Lyon, le Mont d'Or nous offrira encore une belle série de dépôts liasiques et bajociens. Ce témoin jurassique de la bordure orientale du Massif Central peut être considéré aussi comme le témoin le plus méridional de la bordure W du « fossé bressan » ; il est formé de couches tabulaires coupées par quelques failles et inclinées généralement vers l'E ou le SE, avec un pendage d'environ 15°. A l'W, elles dominent les granites et les gneiss du plateau lyonnais ; à l'E, à cause du pendage assez fort et du jeu des failles N-S, elles disparaissent sous les terrains récents le long de la vallée de la Saône ; de petits lambeaux jurassiques ont cependant été signalés sur la rive orientale de la Saône, au Pont de Collonges¹ et vers l'entrée du tunnel de la voie ferrée de Collonges à Saint-Clair². A l'E, les terrains secondaires, effondrés sous la Bresse réapparaissent, fortement plissés et cassés, dans les premiers contreforts du Jura aux environs d'Ambérieu. Au S du Jura, ils constituent la région tabulaire du plateau de Crémieu qui s'étend à l'W, jusqu'à Saint-Quentin-Fallavier, avant d'être entièrement masqués par les dépôts glaciaires et de s'affaisser dans le prolongement du « fossé bressan ». Dans la vallée du Rhône, le témoin liasique le plus proche se situe à 80 km au S, au petit village de Châteaubourg, un peu au N de Valence et des affleurements secondaires de Crussol. Ainsi, bien isolé au S par une longue interruption de dépôts, à l'E, par la zone affaissée de la Bresse, le Mont d'Or sera l'affleurement le plus méridional décrit dans cette étude.

Géographiquement il se présente comme une sorte de butte-témoin qui doit son relief à l'érosion différentielle en pays tabulaire faillé. Les deux ensembles calcaires : Aalénien + Bajocien et Hettangien + Sinémurien + Lotharingien, ont joué un rôle protecteur et ont été dégagés en vastes tables inclinées vers l'E ou le SE ; les marnes liasiques ont été creusées en vallons monoclinaux ; d'autres vallons se localisent au voisinage des principaux accidents (vallon de Poleymieux, vallon de la fontaine d'Arche (fig. 34).

Au NW, entre le Mont d'Or et la vallée d'Azergues, d'autres lambeaux liasiques, moins en relief (le Paillet, Civrieux-La-Clôtre), présentent une

¹ FALSAN et LOCARD, 1866, p. 191.

² F. CUVIER, cf. ROMAN, 1926, p. 334.

disposition analogue et sont généralement considérés comme les annexes du Mont d'Or.

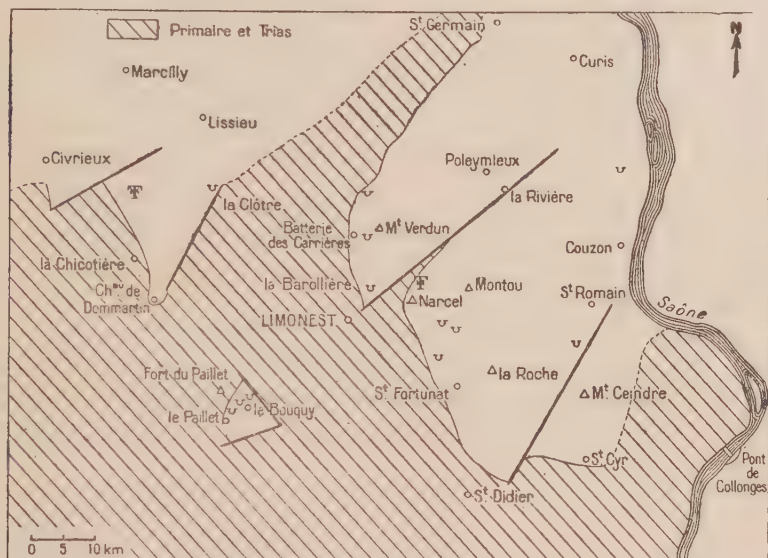


Fig. 34. — Carte des principaux gisements du Mont d'Or lyonnais et de ses annexes.

Historique. — Sans remonter au Mémoire d'Alléon-Dulac (1765), on peut dire que dès la première moitié du xix^e siècle, grâce en particulier aux travaux de Leymerie ¹, Thiollière, Fournet, Drian, la géologie du Mont d'Or était assez bien connue; Leymerie, et Dufrénoy ² qui l'utilise, en sont de bons témoins; ils distinguent dans le Lias, les grès, le « Choin-bâtard », les calcaires quartzifères et « macigno », et le calcaire à Gryphées; en dessus, l'Oolithe inférieure comprend : des couches argilo-calcaires ou marnes supraliasiques très épaisses et le calcaire à Entroques.

Quelques années plus tard, les efforts conjugués d'Ebray, Dumortier, Falsan et Locard aboutissent à la rédaction de la remarquable Monographie ³ de ces derniers, où un bon nombre des étages et des zones actuelles figurent déjà, assez souvent, il est vrai, sous des noms différents; l'indication de nombreux gisements et une bonne carte augmentent encore l'intérêt de ce travail. La feuille de Lyon (168), 1^{re} édition, lui doit beaucoup pour la région du Mont d'Or.

Le Lias supérieur, traité assez rapidement par Falsan et Locard, fit au début de ce siècle l'objet des recherches de Riche (1904), de Riaz (1906) et Roman ⁴ qui y reconnurent la plupart des niveaux fossilifères classiques; l'introduction de l'étage Aalénien, en même temps que la découverte du niveau à *L. concavum* (Riche, 1904), révéla une lacune de tout le Bajocien inférieur et d'une bonne partie du Bajocien

¹ Voir la bibliographie détaillée dans ROMAN, 1926, pp. 332-349.

² DUFRÉNOY et ELIE DE BEAUMONT, 1848, pp. 741-748.

³ FALSAN et LOCARD, 1866.

⁴ DE RIAZ, RICHE et ROMAN, 1913.

308 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
moyen, le calcaire à Entroques étant ici de l'Aalénien supérieur. Reprenant ces décou-
vertes et les données de Falsan et Locard, F. Roman (1926) a publié une bonne mise
au point de nos connaissances. P. Roché (1943) a précisé l'âge des lambeaux du Bajo-
cien moyen.

Plus récemment M. Thorat fit reprendre en détail, comme diplôme d'Études supé-
rieures, certains étages de cette belle série stratigraphique, proche de Lyon : H. Gau-
thier (1943) le Lias moyen, J. Boidin (1946) le Bajocien, J. Avias (1943) à propos des
Ariétidés, S. Soulier (1950) et J. Rey (1950) Domérien inf. et Domérien sup. (paléon-
tologie) ; il a donné lui-même (1945 b) des indications sur les caractères du Domérien.

Profitant de tous ces travaux, tout en m'appuyant sur des observations
personnelles ¹, je donnerai ici un aperçu rapide de la série stratigraphique :
j'insisterai sur le Lias inférieur et le Pliensbachien où j'apporterai quelques
précisions.

J'ai consulté les nombreuses collections locales de l'Université de Lyon
(Falsan, de Riaz et autres) ainsi que la collection Dumortier au Muséum
d'Histoire Naturelle de Lyon, et j'ai utilisé les renseignements donnés aux
excursions de la Faculté des Sciences.

RHÉTIEN

De tout temps, le manque de bons affleurements a rendu difficile l'étude
de cet étage au Mont d'Or. Déjà Dumortier, Falsan et Locard le déploraient ;
cependant ces derniers nous ont donné la seule coupe précise connue ; elle
fut observée en janvier 1866, à l'occasion de la construction de la nouvelle
église de Saint-Cyr.

On peut la résumer ainsi de haut en bas :

- Argile rouge, blanche ou grise, et marnes ocreuses 2,50 m.
- Calcaire magnésien compact et cargneules alternant avec des couches de mar-
nes et de petits lits d'« aragonite » (calcite fibreuse en réalité) : 6,28 m.

Avicula contorta, *Tæniodon*, *Mytilus*...

Grès très tendre à ciment marneux rouge ; Dents, écailles (bone-bed) : 0,08 m.

Alternance de marnes jaunes et de cargneules rouges ou jaunes.

Avicula contorta, *Tæniodon* 1,90 m.

Grès jaunâtre 0,20 m.

Ces couches, particulièrement le calcaire magnésien, jaune, moiré, sont
encore visibles en quelques points du Mont d'Or.

Citons le chemin montant au Narcel, dans un tournant brusque près de la dernière
propriété (790,54 × 95,18) et les champs et « chirats » ² au N de ce point, au-dessus

¹ Avec la collaboration de G. JARROSSON pour l'Hellangien.

² Terme désignant dans la région les accumulations de pierres retirées des champs cul-
tivés, FALSAN et LOCARD, 1866, p. 76.

des affleurements du Trias supérieur. Les fossés de la route du circuit du Mont d'Or, entre le col du mont Verdun et la Croix de Prèle, au N du Narcel, à 150 m à l'W de la faille (790,4 × 96,48) montrent quelques blocs de calcaire magnésiens et, en dessous, des plaques de grès gris violacé qui m'ont donné *Avicula contorta* PORTL. Les murs de pierres sèches du S de Saint-Germain montrent de nombreux blocs de calcaires jaunes magnésiens et de cargneules avec quelques fossiles (791,2-4 × 100,2) :

Avicula contorta PORTL.

Myophoria postera QUENST.

Modiola minuta SOW.

Protocardium philippianum DUNK.

Pecten cf. *valoniensis* DEFR.

« *Cardita* » sp.

Au-dessus de Limonest j'ai pu observer le **Bone-bed** (789,4 × 96,05). Sur les grès calcaires rougeâtres assez massifs du Trias supérieur, vient un complexe de grès argileux tendre, de petits lits d'argile et de marnes vertes ou jaunes, et de plaquettes de calcaire. A 0,25 m environ au-dessus des grès triasiques, on note un petit banc, épais de 3 cm à 5 cm, de grès calcaire ou de calcaire gréseux, de couleur gris violacé au centre et brun en surface; les grains de quartz ont 2 mm à 3 mm, leur section est très luisante; on y ramasse quelques écailles et débris de Poissons.

Dans les dépendances du Mont d'Or, le lambeau de Civrieux montre à son extrémité S d'assez bons affleurements de Rhétien.

Les vignes au S-E du château de Dommartin (786 × 96,1) sont situées sur les calcaires jaunes dolomitiques à cristaux moirés et renferment :

Avicula contorta PORTL., abondante.

Protocardium philippianum DUNK.

Trapezium (*Eotrapezium*) ? sp.

Les trous des bombes, qui, en 1944, ont encadré le viaduc de la Chicotière, permettent de retrouver les différentes couches de l'étagé. Au-dessus de grès et d'arkoses bruns ou violacés que l'on peut considérer comme triasiques, vient une série de marnes jaunes ou vertes avec de fines plaquettes de grès blanc verdâtre ou de calcaire jaune, et quelques lits de calcite fibreuse à structure cone-in-cone, qui doivent correspondre à la base du Rhétien. Plus haut vient une série, plus épaisse et plus facile à reconnaître, de calcaire rouge profond et de calcaire jaune ou brun, dolomitique, moiré, à taches noires irrégulières; leur surface est souvent cavernueuse, ils renferment des grains de quartz et quelques fossiles généralement mal conservés : *Myophoria postera* QUENST., *Pecten* ? sp., *Cardita* ? sp. et d'assez grandes coquilles de Lamellibranches à test mince blanchâtre, généralement écrasées et déformées, qu'on pourrait rapprocher des *Dimyopsis*. Certains bancs plus riches en grains de quartz contiennent aussi de rares dents et débris de Poissons. Vers la partie supérieure de ces couches, on note un banc de 10 cm d'un grès assez grossier à grains de quartz à cassure luisante qui renferme d'assez nombreuses dents et débris de Poissons : *Saurichthys acuminata* AGASS., *Sphaerodon minimus* AGASS., *Birgeria* sp., ce bone-bed est visible dans le chemin qui monte au N du Viaduc, au pied du talus W de la voie ferrée. Au-dessus de lui, sur le même chemin, on observe quelques bancs de calcaire jaune dolomitique à grains de quartz et débris de poissons.

La formation la plus caractéristique du Rhétien du Mont d'Or est donc le calcaire jaune moiré un peu marneux et dolomitique, bien daté par *Avicula contorta* PORTL., et les lames de calcite fibreuse à structure cone-in-cone. Cet étage contient aussi des bone-beds situés à des niveaux différents, tantôt à la base (Limonest), tantôt au sommet (La Chicotière) ; dans l'état des affleurements, on ne peut se prononcer sur la constance de ces niveaux à débris de Poissons.

HETTANGIEN

La coupe la meilleure (fig. 35), la plus accessible, se voit sur la route du circuit du Mont d'Or, entre le col du Verdun et la Croix de Prêle, à peu près au N du fort du Narcel et à 200 m à l'W de la faille (790,45 × 96,45).

A peu près au tournant de la route, dominant la Croix de Prêle, affleurent sur plusieurs mètres les calcaires gris-bleu à nombreuses Gryphées du Sinémurien ; on y observe quelques grains de quartz isolés. A leur base viennent :

22 a. Un ou deux petits bancs de calcaire gris clair ou jaune, perforés, contenant, dans un ciment de calcaire marneux, des fragments de coquilles, d'autres débris et des grains de quartz assez abondants, certains dépassant 5 mm ; ces bancs, assez mal individualisés ici, sont mieux marqués ailleurs ; ils renferment de nombreuses Cardinies dont les coquilles en calcite sont dégagées par l'érosion 0,05 m à 0,10 m.

21-20. Calcaire gris à grain fin, constitué par de petits éléments cristallins dans un ciment de calcaire marneux, en bancs parfois perforés ; les grains de quartz sont fréquents et constituent localement des bancs ou des lentilles de grès, principalement dans le mètre supérieur. La faune comprend surtout de petits Gastéropodes et quelques Lamellibranches à test de calcite mis en relief par l'érosion. Les Gastéropodes sont plus nombreux dans le mètre supérieur ainsi que dans la partie inférieure où le calcaire est plus marneux : . . . 2,25 m à 2,50 m.

Vermiceras (Metophioceras) cf. *cordieri* CANAV. : WÄHNER, pl. 48, fig. 4.

18. Marnes et calcaire marneux blanchâtre, rognoneux : . . . 1 m environ.
Schlothemia angulata SCHLOTH.

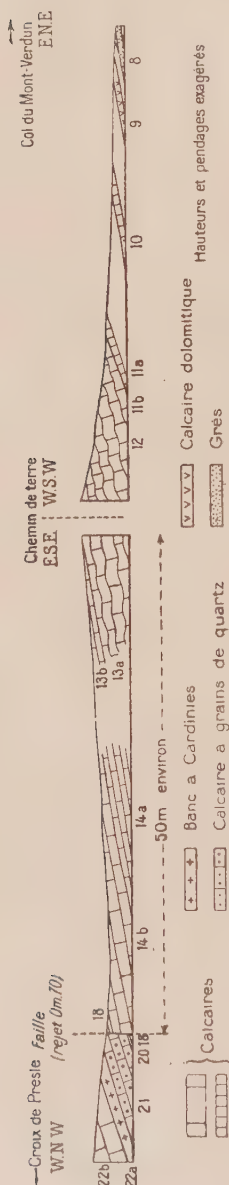


Fig. 35. — Croquis schématique de l'affleurement hettangien au Nord du Narcel.

14 b. Calcaire beige clair ou brun, riche en débris cristallins, fragments de fossiles et recristallisations de calcite, en bancs épais qui se débitent en plaques de quelques centimètres d'épaisseur : 1 m environ

Chlamys valoniensis DEFR., très abondants à la partie moyenne

Cardinia pl. sp.

Gastéropodes, etc...

14 a? Marnes brunes et plaquettes de calcaire marneux dur à patine brune, couvertes de moules de Lamellibranches; ce calcaire à grain fin contient de très petits grains de quartz; certaines plaquettes présentent des vermiculations de couleur plus claire : 0,40 m.

Modiola cf. *hoffmanni* NILSON.

Isocyprina porrecta DUM.

Chlamys valoniensis DEFR., etc...

13 b. Calcaire gris-bleu, cristallin, un peu grumeleux, se débitant en plaquettes moins régulières que celles du banc supérieur; les délits ont souvent un aspect jaune mat 0,60 m.

Psiloceras planorbe Sow., plusieurs exemplaires à ornementation très mal conservée.

Lamellibranches nombreux.

13 a. Calcaire gris clair très compact à grain fin; quelques bancs à grain plus grossier sont riches en débris de fossiles : 1 m.

Psiloceras planorbe? Sow., assez écrasé.

Ostrea sublamellosa DUNK.

Dimyopsis emmerichi v. BISTRAM.

Plicatula hettangiensis D'ORB.

Pentacrinus psilonoti QUENST.

Pecten sp.

Au N d'un petit chemin conduisant dans les champs, la coupe continue à peu près sans interruption.

12. Calcaire sublithographique gris, à grain très fin, avec rares fossiles; il forme des bancs d'une dizaine de centimètres à surface irrégulière, bosselée et parfois perforée; la roche est souvent interrompue par des fentes remplies d'oxyde de fer ou de calcite rouge qui forment à l'extérieur une sorte de bourrelet ferrugineux. 2 m.

Quelques sections de Gastéropodes.

11 b. A la base vient un calcaire gris, plus cristallin, à débris d'organismes et Gastéropodes 0,30 m à 0,50 m.

11 a. Calcaire marneux gris, un peu grumeleux; les bancs sont gris violacé en section et montrent de nombreuses coquilles de Lamellibranches à test de calcite :

. visibles sur 0,20 m à 0,40 m.

Pecten pollux D'ORB.

Plicatula hettangiensis TERQ.

Gastéropodes.

Ensuite le talus de la route, beaucoup plus bas et légèrement envahi par la végétation, ne montre plus de bancs de calcaire réguliers; il doit correspondre à des cal-

caires marneux peu consistants et à des marnes, probablement aux « marnes ocreuses » de Falsan et Locard. Leur épaisseur doit atteindre ici 10 m ou davantage, en y comprenant aussi les argiles du sommet du Rhétien.

Vers leur base, on trouve quelques blocs d'un calcaire gris compact, finement scintillant à cause de petits grains de quartz de 0,1 mm et de fines paillettes de mica; ils viennent d'un ou plusieurs bancs, épais de 0,10 m environ, littéralement bourrés de coquilles de *Lamellibranches* (10) :

Ostrea sublamellosa DUNK.

Isocyprina porrecta DUM.

Mytilidés, etc...

10 m plus loin, soit 1 m ou 2 m plus bas, on voit des calcaires jaunés dolomitiques (9) et des grès (8) à *Avicula contorta* PORTL. du Rhétien.

L'Hettangien paraît avoir dans l'ensemble du Mont d'Or et de ses dépendances une composition sensiblement identique à celle qui vient d'être décrite. Je l'ai observé en de nombreux points : grande carrière de la Barollière et ses environs, carrière de la Glande et sentiers qui mènent de ce dernier point jusqu'à Saint-Germain, la Chicotière et Civrieux. On peut résumer ainsi ses caractères et ceux du Sinémurien inférieur.

22. « Banc à Cardinies ».

Un banc de calcaire compact, jaune ou brun, à ciment assez marneux, renfermant de nombreuses Cardinies, forme généralement un bon repère lithologique, avec ses fossiles en calcite dégagés par l'érosion; il a été souvent considéré comme hettangien ¹, en réalité sa faune est partout franchement sinémurienne; à la Barollière et à Saint-Germain j'ai recueilli à son sommet des *Coroniceras* voisins de *C. bucklandi* Sow. Les Cardinies, *C. hybrida* Sow., etc... ainsi que les gros grains de quartz indiquent seulement des conditions de dépôt très littorales; il ne faut pas vouloir leur donner une valeur stratigraphique trop précise.

20-21. Calcaire à grains de quartz.

En dessous vient une série de 2,50 m à 3 m de calcaire gris ou bleu à grains de quartz, avec une faune de petits Gastéropodes étudiée par Dumortier. Les Ammonites sont rares; à la Glande, à 0,50 m sous le banc à Cardinies, j'ai récolté : *Coroniceras rotiforme* Sow. (WÄHNER, pl. 51, fig. 1), forme du Sinémurien inférieur. Dumortier cite de cette carrière *Ammonites angulatus* SCHLORN.; le seul échantillon dont il fasse mention explicite (1864, p. 113) n'a que 8 mm de diamètre, mais son ornementation serait très typique (!). Il n'existe aucune *Schlotheimia* venant des bancs à grains

¹ Telle semble être l'interprétation de Dumortier et celle de Falsan et Locard; le banc à Cardinies serait le banc 2 ou une partie du banc 4 de la coupe de la Glande donnée par Dumortier (1864) et reproduite par Falsan et Locard, p. 194; en tous cas l'Ammonite rapportée avec hésitation par Dumortier à *Am. kridion*, figurée pl. 48, fig. 3-4 dans ses Etudes Paléontologiques t. I, Infralias, et conservée au Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon, provient d'après sa gangue de ce banc à Cardinies; il s'agit en réalité d'un *Coroniceras* sp. intermédiaire entre *C. rotiforme* Sow. et *C. multicoatum* Sow. C'est de ce « niveau garni d'énormes grains de quartz et de débris de Cardinies » que provient aussi l'*Ammonites bisulcatus* décrite par Dumortier *ibid.*, p. 113. Ces Ammonites dont Dumortier signale la présence anormale montrent simplement l'âge sinémurien de ce banc à Cardinies.

de quartz dans la collection Dumortier, conservée au Muséum de l'Histoire Naturelle de Lyon; ces bancs renferment quelques Gryphées dont le test est souvent rongé et perforé; elles sont de petite taille, relativement larges; leur crochet, lorsqu'il est conservé, moins recourbé que chez *G. arcuata* LMK., n'atteint pas la petite valve: elles sont intermédiaires entre *G. dumortieri* JOLY et *Gryphæa arcuata* LMK. ou sa variété *rhodanica* de BRUN, mais plus proche de cette dernière; elles rappellent aussi *Gryphæa primordialis* de BRUN (de Brun et Vedel, 1919, pl. 1, fig. 10; p. 47, fig. 4-5) mais sont plus larges.

La base est formée par 2 ou 3 bancs de calcaire plus marneux qui m'ont donné au S de la Barollière :

Vermiceras (*Metophioceras*) *rougemonti* REYNÈS Mon., pl. 13, fig. 19-20.

Vermiceras (*Metophioceras*) cf. *cordieri* CANAV. : WÄHNER, pl. 47, fig. 1.

D'après ces observations de terrain, il semble que les calcaires à grains de quartz appartiennent aux deux horizons (*C. rotiforme* et *Vermiceras*) de la zone inférieure du Sinémurien; cependant je n'ose affirmer l'âge de ce banc, puisque Dumortier cite *Schlotheimia angulata* fréquente à ce niveau. Jusqu'ici, je n'ai jamais rencontré cette espèce sur le terrain ou en collection dans les calcaires à grains de quartz, mais dans les calcaires marneux sous-jacents. Ces *Schlotheimia angulata* de DUMORTIER étaient-elles typiques? L'exemplaire de Cogny (à 26 km au NW du Mont d'Or) qu'il figure (1884) pl. 19, fig. 2-3 porte à le penser; mais il ne faut pas oublier qu'il existe des *Schlotheimia* dans la zone à *C. rotiforme*: *S. scoliptycha* WÄHNER, *S. catenata* Sow., etc... Les Arietitidés, *Vermiceras*, etc... sont plus caractéristiques. Plusieurs échantillons de ces formés, ramassés par M. Thorat dans les « chirats » du Narcel, avaient une gangue du type des calcaires à grains de quartz.

Dans l'état actuel de mes observations, pour tenir compte des données de Dumortier, on pourrait admettre que localement le calcaire à grains de quartz commencerait au sommet de la zone à *S. angulata* ou bien qu'à la base il y aurait une zone de passage dans laquelle *S. angulata* coexisterait avec les *Vermiceras*. En tout cas la masse du calcaire à grains de quartz me semble sinémurienne et ainsi une bonne partie des fossiles décrits et figurés par Dumortier, dans la troisième partie de son *Infralias* (pp. 100-187, pl. 18-30), notamment les petits Gastéropodes, seraient à placer dans le Sinémurien inférieur.

18. La zone à *Schlotheimia angulata* (Hettangien supérieur), dont le sommet pourrait former une petite partie des calcaires à grains de quartz, comprend, en-dessous, 1 m environ de calcaire marneux, rognoneux, blanchâtre, où j'ai recueilli l'espèce indice et une petite faune de Gastéropodes et de Lamellibranches. Cette couche tendre disparaît souvent, masquée par la végétation, ou par un affaissement des bancs calcaires superposés, mais, si on se donne la peine de la chercher, on la retrouve toujours.

15. L'Hettangien moyen à *Alsatiles laqueus* QUENST. n'a pu être caractérisé; peut-être manque-t-il, car dans la coupe qui a été donnée et ailleurs, les calcaires marneux à *Schlotheimia* reposent sur des bancs perforés.

14-13 b. L'Hettangien inférieur comprend d'abord une série de calcaires bruns assez cristallins, épaisse de 2 m environ en bancs résistants; la partie supérieure se débite en belles plaques peu épaisses couvertes de *Chlamys valoniensis* DEFR.; la partie inférieure formée de calcaire brun un peu moins régulier semble le niveau le plus fréquent de *Psiloceras planorbe* Sow. La plupart des échantillons de cette espèce que j'ai

pu voir en collection avaient pour gangué ce même calcaire brun ou crème à petites taches rouges, et avaient été récoltés aux environs du Narcel. Un *Psiloceras johnstoni* Sow. avait aussi cette gangue.

13 a-12. Plus bas, vient une série assez épaisse, 5 m environ, de calcaire gris à grain très fin, sublithographique, à surface bosselée souvent perforée, recoupée par des fentes remplies de calcite rouge ou d'oxyde de fer. Au milieu d'elles s'intercalent des couches à grain plus grossier, souvent plus fossilifères; celle indiquée vers le sommet dans la coupe ci-dessus semble assez constante et m'a donné, ailleurs encore, *Psiloceras planorbe* Sow. Parmi les fossiles recueillis citons :

Ostrea sublamellosa DUNK.

Dimyopsis emmrichi v. BISTRAM, fréquente.

Thecosmylia martini FROM.

Diademopsis sp. (un fragment de Saint-Germain et un échantillon complet de La Chicotière).

Gastéropodes, nombreuses sections.

A Civrieux ce calcaire prend une structure finement oolithique ou pseudoolithique et repose immédiatement sur des calcaires jaunes, moirés, probablement rhétiens. Le faciès oolithique est encore mieux marqué en Bas-Beaujolais à Lozanne. Ailleurs, la base de l'étage est généralement constituée par des marnes brunes contenant de petits bancs de calcaire marneux; à leur partie inférieure, un ou plusieurs bancs très constants de calcaire, gris, véritablement pétri de coquilles de Lamellibranches, rappelant la Lumachelle de Bourgogne. Ces couches sont souvent masquées par la végétation; des trous de bombes près de La Chicotière (786,05 x 96,8) m'ont montré de belles dalles de cette Lumachelle intercalées dans une épaisse série de marnes grises et noires; un deuxième trou laissait voir, un peu en-dessous de la Lumachelle, des marnes vertes et des grès blancs tendres ou plus durs, puis un deuxième niveau marneux; il faut sans doute ranger ces dernières couches dans le Rhétien.

Toutes ces formations, avec leurs très nombreux Lamellibranches, en particulier les Ostréidés et les Cardinies, leurs petits Gastéropodes, les perforations, sont des dépôts d'eaux peu profondes et indiquent le voisinage de la côte. Vers la fin de l'étage un changement paléogéographique doit intervenir pour expliquer l'existence de ces nombreux bancs à grains de quartz. Ces éléments détritiques sont plus gros et plus abondants que dans les couches précédentes, dont les caractères littoraux étaient pourtant déjà bien marqués. Il y a eu sûrement dans le voisinage une modification du relief ou un changement important dans le régime des courants qui répartissaient les dépôts.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

Les « calcaires à Gryphées » ont été autrefois activement exploités au Mont d'Or; faciles à extraire en grandes dalles assez résistantes, ils ont fourni une bonne partie des bordures de trottoirs et des marches d'escaliers de la ville de Lyon. J'en donnerai ici deux coupes détaillées prises, l'une à Saint-Fortunat, l'autre à La Barollière, c'est-à-dire dans les deux vallons où ils ont été le plus exploités.

Coupe de Saint-Fortunat.

Elle a été relevée dans une vaste carrière (790,9 × 95,6), la dernière, la plus au N, sur la droite, à l'E de la route montant à la Croix de Prêlè. J'y ajouterai quelques renseignements pris dans la carrière (790,75 × 95,3) située près des réservoirs d'eau à l'W de la même route et dans une autre (790,8 × 95,7) située à 100 m au N de la grande carrière, mais à l'W de la route.

30 ? Marnes feuilletées compactes, très ferrugineuses, à nombreuses Bélemnites.

29. Calcaire marneux gris, jaune ou brun, assez compact, contenant de petites oolithes ferrugineuses (pl. 10, fig. 5) disposées en traînées ainsi que des rubanements ou des croûtes ferrugineuses : 0,30 m à 0,40 m.

Deroceras (*Tetraspidoceras* ?) aff. *quadrarmatum* DUM. L. moy., pl. 10, fig. 1-3, fragment qui n'est pas encore au stade vigoureusement tuberculé, mêmes proportions et section, mais côtes principales mieux marquées, stries plus effacées.

28-27. Calcaire marneux très compact gris foncé ou jaune plus ou moins rose, légèrement glauconieux ; il contient quelques débris de coquilles et des nodules blancs phosphatés, l'attaque à l'acide montre, outre la glauconie épigénisant des loges de foraminifères, une poussière de quartz de 30 μ environ et quelques grains de 100 μ à 300 μ : 0,50 m à 0,70 m.

Özynoticeras aballoense D'ORB.

Ozynoticeras aff. *guibatianum* D'ORB., fragment.

Ozynoticeras sp., grande taille, plusieurs.

Echioceras (*Echioceratoides*) *vellicatum* DUM.

Echioceras (*Euechioceras* ?) cf. *boehmi* HUG., costulation un peu plus espacée, tours moins hauts, très proche du jeune *Am. nodotianus* REYNÈS Mon., pl. 50, fig. 1-2.

Plesechioceras ? sp.

Zeilleria cor LMK.

Plagiostoma punctata SOW.

Rhynchonella oxynoti QUENST.

Rhynchonella pulla ? ROEMER = QUENST. Brach., pl. 37, fig. 89.

26 b. Vers la base et jusqu'à 20 cm au-dessus d'elle : *Gagaticeras gagateum* Y. et B. Ces deux bancs seraient légèrement plus épais dans la carrière à l'W de la route.

26 a. Calcaire marneux feuilleté, blanchâtre, à décomposition granuleuse :

Gagaticeras gagateum Y. et B. 0,10 m.

25 c. Calcaire gris un peu marneux, assez gélif, avec quelques nodules ou taches blanches phosphatées : : 1 m.

Asteroceras sp. du groupe d'A. *stellare* SOW., plusieurs, de grande taille.

Gryphæa cymbium LMK.

Zeilleria cor LMK.

Rhynchonella sp.

25 b. Marnes gris clair, feuilletées et un petit banc de calcaire marneux à grain fin montrant quelques sections d'Entroques : 0,15 m à 0,20 m.

Asteroceras aff. *stellare* Sow., côtes assez arquées, section plus arrondie
cf. WRIGHT, pl. 22, fig. 1-2.

Arnioceras sp., fragments.

Gryphæa cymbium LMK.

Zeilleria cf. *subnumismalis* DESL. : DAV. sup., pl. 21, fig. 1.

25 a. Calcaire gris assez clair, un peu marneux, en bancs peu réguliers au milieu desquels on remarque 2 ou 3 bancs assez réguliers plus compacts : . . . 3 m environ.

Asteroceras obtusum Sow., petite taille.

Asteroceras sp., fragment du groupe de *A. obtusum* Sow., à 1 m du sommet.

Gryphæa cymbium LMK.

24 b. Banc de calcaire gris clair plus marneux, en retrait 0,10 m.

24 a. Calcaire gris foncé, un peu cristallin, avec *Gryphæa arcuata* LMK. var. *rhodanensis* DE BRUN assez fréquentes formant des lits réguliers 2,25 m.

23 b. Calcaire gris clair, compact, un peu marneux, en retrait; c'est le « banc savonneux » des carriers, très peu de fossiles 0,10 m.

23 à 22. Calcaire gris-bleu peu foncé, à nombreux débris cristallins dans un ciment un peu marneux, en lits réguliers à surface ondulée; très nombreuses Gryphées arquées, surtout dans la partie moyenne 6 m.

En haut (23 b) : *Arnioceras*? cf. *arnouldi* DUM. L. inf., pl. 6, fig. 5-6, côtes un peu plus espacées.

Coroniceras sp. aff. *bucklandi* Sow. : cf. QUENST. Am. pl. 10, fig. 1, côtes un peu plus espacées dans les tours internes.

Dans la partie moyenne, d'abord (23 a) :

Paracorniceras gmuendense OPP., petite taille en moules internes phosphatés : cf. HYATT, pl. 5, fig. 5, et très grande forme du même groupe à côtes nombreuses et effacées cf. HYATT, pl. 5, fig. 8-9.

Et nombreux petits *Coroniceras* appartenant soit à ce groupe soit à celui de *C. multicostatum* Sow. : REYNÈS Mon., pl. 24, fig. 17.

Coroniceras sp. intermédiaire entre *A. schloenbachii* REYNÈS Mon., pl. 13, fig. 13 et *Am. multicostatus*, *ibid.*, pl. 24, fig. 18, côtes arquées et tuberculées.

Gryphæa arcuata LMK., forme étroite : *G. gryphus* BAYLE, pl. 126, fig. 3, rare; forme large et à crochet oblique = var. *rhodanensis* DE BRUN, 1926, pl. 1, fig. 2, cf. GOLDF., pl. 84, fig. 2, très abondante, et allant jusqu'à la variété *lata* : ZIETEN, pl. 49, fig. 2.

Plagiostoma punctata Sow.

Pentacrinus tuberculatus MILL.

Belemnites acutus MILL.

22 b. Un peu plus bas, gros *Coroniceras* du groupe de *C. bisulcatum* BRUG.; dans la carrière près des réservoirs d'eau, le mètre inférieur montre de très nombreuses Cardinies à coquilles en calcite mises en relief par l'érosion.

22 a. Calcaire gris assez clair, un peu marneux, à cassure compacte, renfermant de rares Gryphées, *Serpula socialis* GOLDF. des galets de calcaire gris plus foncé, plus cristallins, perforés; dans la partie inférieure de nombreux grains de quartz forment de véritables bancs ou des lentilles de grès visible sur 1,20 m.

Coupe de la Barollière

Elle est relevée dans les grandes carrières (789,4 × 96,4-5) du versant W du vallon de la Barollière; elle sera complétée, pour le sommet du Lotharingien, par des observations faites dans les talus de la route (789,4 × 96,85) du mont Verdun, au S de la

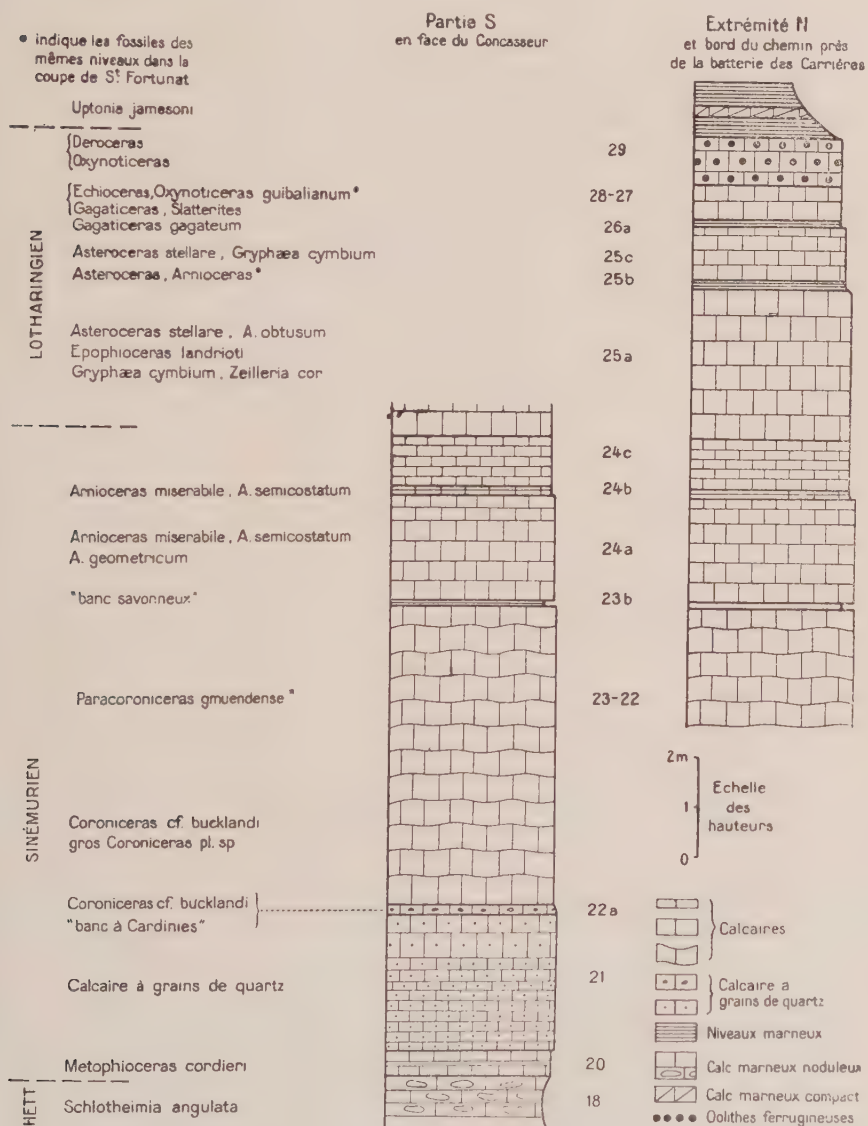


Fig. 36. — Coupes de la carrière de la Barollière.

batterie des Carrières, et dans une carrière (789,45 × 96,95) profonde, abandonnée, située à l'E de cet ouvrage militaire, dans le tournant de la route. De haut en bas :

31-30. Marnes feuilletées rouges ou violacées à nombreuses Bélemnites, parfois soudées ensemble dans une petite concrétion calcaire : c'est probablement à ce niveau que *Uptonia jamesoni* Sow. a été récoltée, plusieurs fois au cours d'excursions de la Faculté des Sciences.

29. Calcaire marneux légèrement glauconieux, jaune, assez compact, contenant des oolithes ferrugineuses de taille variée; leur altération donne une teinte rouge violacé à l'ensemble de la roche; sur les sections fraîches la roche est tachetée de noir, et localement il existe des concrétions d'oxyde de Manganèse.

1 m environ dans le talus, moins dans la carrière profonde.

A 20 cm du sommet : *Deroceras* sp., fragment à tours carrés.

Oxynoticeras pl. sp., très rongés.

Plus bas : *Deroceras* sp., grande taille, tours carrés, très rongés.

Deroceras aff. *socialis* SIMPS : BUCKM. Y. T. A., pl. 95, tours moins hauts, ombilic nettement plus ouvert.

28-27. Calcaire brun clair, compact, souvent rose, un peu marneux, glauconieux, gélif; nodules et taches blanches phosphatées fréquentes : . . . 0,70 m environ.

Rhynchonella oxynoti QUENST?, *Zeilleria cor* LMK. partout.

Au sommet : *Echioceras* cf. *rhodanicum* S. BUCKM. : DUM. L. inf., pl. 25, fig. 4, section plus arrondie.

Dans la partie moyenne :

Nombreux *Oxynoticeras* du groupe d'*O. oxynotum* QUENST et autres.

Zeilleria utriformis ROLL.

Spiriferina oxygona DESL., petite valve.

A 20 cm au-dessus de la base (26 b) :

Slatterites cf. *slatteri* WRIGHT, forme plus épaisse, à côtes plus espacées.

Gagaticeras gagateum Y. et B. BUCKM. Y. T. A., pl. 78.

26 a. Calcaire marneux feuilleté : 0,10 m à 0,15 m.

Gagaticeras gagateum Y. et B. BUCKM. Y. T. A., pl. 78.

25 c. Calcaire gris compact, en bancs assez réguliers, assez cristallin; débris d'Enstroques et de coquilles, quelques nodules phosphatés : 1,10 m.

Gryphæa cymbium LMK.

Zeilleria sp.

25 b. Calcaire marneux, gris, blanc, feuilleté, contenant des blocs de calcaire marneux plus compacts : 0,20 m.

Asteroceras sp., fragment du groupe d'*A. stellare* Sow.

Arietites sp. du groupe de *A. turneri* Sow. ? ?

Belemnites acutus MILL.

Gryphæa cymbium LMK.

Zeilleria cor LMK.

25 a. Calcaire gris, un peu marneux, en bancs à surface irrégulière, assez pyriteux; vers la base le calcaire est gris très clair, un peu marneux, de nombreuses sec-

tions ou débris de coquilles se détachent en noir sur le fond clair de la roche :

. 3 m environ.

Asteroceras stellare Sow, fragment, à 20 cm du sommet.

Epophioceras cf. *landrioti* D'ORB., à 1 m du sommet.

Gryphæa cymbium LMK., assez large, partout.

Zeilleria cor LMK.

24 c. Calcaire gris-bleu, un peu plus compact, partie supérieure feuilletée :

. 1 m.

Pararnioceras? aff. *nodosaries* QUENST. et autres très gros *Coroniceras* à derniers tours presque lisses.

Charmasseiceras sp., fragment.

Gryphæa sp. aff. *suilla* TERQUEM, 1855, pl. 4, fig. 10, assez nombreuses.

Rhynchonella sp.

24 b. Banc de calcaire en retrait, assez marneux, gris clair ou blanchâtre, fossiles assez souvent déformés ou brisés, nombreux *Arnioceras* : . . . 0,10 m à 0,20 m.

Arnioceras cf. *geometricum* OPP. : DUM. L. inf., pl. 7, fig. 3-4, côtes un peu plus espacées.

Arnioceras aff. *semicostatum* Y. et B.

Arnioceras miserabile QUENST.

Belemnites acutus MILL.

Gryphæa arcuata LMK., typique, rare, et var. *rhodanensis* DE BRUN, fréquente.

Pleuromya sp.

Spiriferina walcotti Sow.

Pentacrinus tuberculatus MILL.

24 a. Calcaire gris, assez cristallin, en bancs réguliers; Gryphées assez nombreuses :

. 2,10 m.

Arnioceras miserabile QUENST.

Arnioceras aff. *semicostatum* Y. et B.

Arnioceras cf. *geometricum* OPP., à la base.

Coroniceras sp.

Rhynchonella sp., petite taille, abondante au sommet.

23 b. Calcaire gris très clair, un peu marneux, à cassure compacte, peu de sections de fossiles, formant un banc en retrait « le banc savonneux » des carriers. 0,10 m.

23-22. Calcaire gris-bleu, à débris, assez cristallin, en bancs réguliers à surfaces ondulées, avec nombreuses Gryphées surtout dans la partie inférieure et moyenne :

. 6 m.

Gryphæa arcuata LMK., rare.

Gryphæa arcuata LMK. var. *rhodanensis* DE BRUN, abondante.

Gryphæa arcuata var. *lata* ZIETEN.

Plagiostoma gigantea Sow., abondante surtout à la partie supérieure.

Belemnites acutus MILL.

Dans la partie moyenne (23) :

Arietites falsani? DUM., pl. 4, fig. 1.

Dans la partie inférieure (22) :

Coroniceras multicosatum Sow. : REYNÈS Mon., pl. 24, fig. 21.

Coroniceras costosum QUENST. Am., pl. 10, fig. 1.

Coroniceras sp. cf. *C. bucklandi* TATE et BLACKE, pl. 5, fig. 2, côtes moins arquées et moins infléchies en avant et nombreux grands *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow. cf. *Am. bucklandi costosus* QUENST. Am., pl. 10, fig. 1, fragment, côtes légèrement plus serrées; cf. *Am. bucklandi* WRIGHT, pl. 1, fig. 1.

22 a. Calcaire gris clair ou jaune, à grain fin, un peu marneux, légèrement cristallin, à très nombreuses Cardinies et Gastéropodes à test en calcite orangé (= « banc à Cardinies ») : 0,20 m.

Coroniceras sp.

Cardinia hybrida Sow.

Cardinia sp.

Pleurotomaria sp.

21. Calcaire gris, plus marneux, à grain fin, contenant de très nombreux grains de quartz, formant des bancs ou des lentilles de grès; les grains de quartz sont moins nombreux à la partie inférieure : 2,70 m.

Gryphæa aff. *dumortieri* JOLY, crochet très usé.

Gryphæa sp. voisine pour la forme du crochet de *G. primordialis* DE BRUN.

Gastéropodes, de petite taille, nombreux.

Cardinia pl. sp.

20. Calcaire marneux, compact, gris, légèrement cristallin, formant deux bancs assez réguliers, séparés par un délit plus schisteux; le banc inférieur est couvert d'*Ostrea sublamellosa* DUNK. : 0,50 m.

Vermiceras (*Metophioceras*) *rougemonti* REYNÈS Mon., pl. 13, fig. 19-20.

Vermiceras (*Metophioceras*) cf. *cordieri* CANAV. : WÄHNER, pl. 57, fig. 1 b (1 a).

Gryphæa sp., intermédiaire entre *G. arcuata* LMK. et *G. dumortieri* JOLY, mais plus proche de la première.

18. Calcaire marneux, blanchâtre, rognonneux à *Schlotheimia angulata* QUENST.

Interprétation. - Le Sinémurien inférieur zone à *C. rotiforme*, est représenté par une partie au moins des calcaires marneux à grains de quartz (20-21); la base de ces derniers pourrait appartenir à la zone de *S. angulata* de l'Hettangien, comme je l'ai indiqué plus haut. Le Sinémurien moyen comprend le banc à Cardinies (22 a) et les bancs à très nombreuses Gryphées et à gros *Coroniceras* du groupe de *C. bucklandi* Sow. et de *C. bisulcatum* BRUE.; il n'aurait que 4 m d'épaisseur environ.

Le Sinémurien supérieur commencerait avec le niveau à *Paracroniceras gmuendense* OPP., puis comprendrait, le banc savonneux, les niveaux à petits *Arnioceras* à tours longtemps lisses et monterait à environ 1 m au-dessus du petit lit de calcaire marneux en retrait à nombreux *Arnioceras*; il aurait donc à peu près 4 m d'épaisseur, lui aussi. Je n'ai récolté en place, ni *Euagassiceras sauzeanum* D'ORB., ni *Agassiceras* (*Elomoceras*) *scipio-*

nianum d'ORB. et parmi les nombreuses Ammonites conservées au laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon il n'existe qu'un échantillon voisin de *Æ. scipionianum* d'ORB. et qu'un autre ayant des affinités assez vagues avec *E. sayzeanum* d'ORB. Il est intéressant de noter la rareté ici de ces deux formes qui constituent de bons niveaux repères en Nivernais et en Bourgogne.

Le **Lotharingien inférieur** zone de *A. obtusum* (25 a-c), comprend 4 m de calcaire gris-bleu plus clair, légèrement plus marneux, et en banes plus épais que ceux de Sinémurien. *Zeilleria cor* LMK. est présente partout ; *Asteroceras stellare* Sow. semble occuper un niveau un peu plus élevé que *A. obtusum* Sow., mais les échantillons récoltés ne sont pas assez nombreux pour qu'on puisse généraliser. A 1 m du sommet, on remarque un niveau plus marneux de 10 cm à 20 cm, en retrait, avec des *Arnioceras*. Dans les banes supérieurs on note des nodules blancs phosphatés.

Le **Lotharingien supérieur** est plus réduit ; les zones à *O. oxynotum* et à *E. raricostatum* comprennent un premier niveau feuilleté (26) à nombreux *Gagaticeras*, puis des calcaires (26 b-28) à nombreux *Oxynoticeras*, associés d'abord à quelques *Gagaticeras* et *Slatterites*, puis à des *Echioceras* ; l'ensemble n'atteint pas un mètre d'épaisseur et est formé de calcaire plus marneux à grain fin, plus compact et plus gélif que les banes inférieurs. Les couches marno-calcaires (29) de teinte brune ou rouge violacé, à oolithes ferrugineuses plus ou moins abondantes, qui viennent au-dessus, appartiennent à l'horizon à *Deroceras armatum* Sow. ; elles ont rarement un mètre de puissance, souvent beaucoup moins ; les Bélemnites y sont fréquentes ainsi que les grands *Deroceras* ; ces derniers, généralement très encroûtés par les oxydes de fer et de manganèse, difficiles à dégager de la roche et à déterminer spécifiquement ; cependant les belles formes décrites par Dumortier se retrouvent de temps en temps ; ainsi j'ai récolté au S du bois de la Garenne, au sommet de ces calcaires, un bon *Deroceras* (*Tetraspidoceras*) *quadrarmatum* DUM.

La présence de ces encroûtements ferrugineux, comme celle des oolithes ferrugineuses, des nodules phosphatés et la faible épaisseur des dépôts, indiquent pour ces trois dernières zones du Lotharingien un régime de courants marins et une instabilité des conditions de sédimentation. La couche (29) à *Deroceras armatum* constitue la partie inférieure du « Lias rouge » des auteurs lyonnais.

PLIENSACHIEN

Cet étage est représenté par les marnes et calcaires à Bélemnites ; il forme autour du Mont d'Or un niveau facile à repérer par l'abondance des débris de ces Céphalopodes ; son épaisseur est faible et varie selon les points, comme vont le montrer trois coupes prises à Saint-Fortunat, au Paillet et à Civrieux.

I. — Coupe de Saint-Fortunat.

Elle continue celle donnée ci-dessus pour le Sinémurien et le Lotharingien (p. 315).
De haut en bas :

38. Marnes bleues ou jaunes, très plastiques, finement micacées : 2 m.
Amaltheus margaritatus MONTF.
Agassicerias centriglobum OPP.
Belemnites (Hastites) clavatus STAHL, etc...
- 37 ? Banc de calcaire très marneux, finement granuleux, gris assez foncé :
. 0,08 m.
« *Grammoceras* » sp. ?
Belemnites (Passaloteuthis) carinatus HEHL in ZIETEN.
Belemnites (Passaloteuthis) apicicurvatus BLAIN.
36. Marnes très riches en Bélemnites 0,08 m.
Prodactylioceras davæi SOW.
Belemnites (Passaloteuthis) carinatus HEHL in ZIETEN.
Belemnites (Passaloteuthis) apicicurvatus BLAIN.
Belemnites (Hastites) clavatus STAHL, etc...
35. Calcaire marneux, bleu clair, finement granuleux, légèrement glauconieux, à concrétions rouges, reposant sur une dalle de calcaire compact bleu ou gris-clair, à nodules blancs, formant surplomb : 0,25 m.
Prodactylioceras davæi SOW.
Ægoceras (Androgynoceras) maculatum Y. et B.
Ægoceras (Androgynoceras) cf. latæcosta SOW. WRIGHT, pl. 32, fig. 1.
Liparoceras gallicum SPATH.
Lytoceras fimbriatum SOW.
Belemnites pl. sp., nombreuses.
Avicula sinemuriensis D'ORB.
Zeilleria numismalis LMK.
- 34 ? Marnes gris foncé, avec Bélemnites : 0,08 m.
Belemnites (Hastites) clavatus STAHL, etc...
- 33-31. Calcaire marneux un peu graveleux, gris avec vermiculations brun foncé; fossiles souvent déformés ou écrasés; d'autres, fragmentaires, paraissent avoir été légèrement roulés : 0,25 m.
Acanthopleuroceras sp. du groupe de *A. valdani* D'ORB.
Uptonia jamesoni SOW, fragments.
Spiriferina tumida v. BUCH.
Belemnites pl. sp., assez abondantes.
- 30 ? Marnes grises feuilletées, très ferrugineuses vers la base, et calcaire marneux tendre à nombreuses Bélemnites, *Zeilleria numismalis* LMK., *Hinnites davæi* DUM.
. 0,30 m.
29. Calcaire brun clair ou violacé, légèrement glauconieux, à oolithes ferrugineuses, *Deroceras* pl. sp.

Les marnes ainsi que les calcaires tendres du sommet (38-37 ?) sont domériens ; les calcaires à oolithes ferrugineuses (29) de la base, lotharingiens supérieurs ; entre eux deux, le Pliensbachien n'a qu'un mètre d'épaisseur, mais toutes les zones sont présentes ; il y a quelques traces de remaniements dans les 2 zones inférieures dont l'épaisseur est très faible.

A La Barollière, le talus de la route du Mont Verdun avant la batterie des Carrières, montre la base d'une coupe analogue : 30 cm de marnes feuilletées rouges à très nombreuses Bélemnites, surmontées par un banc de 20 cm de calcaire marneux brun assez compact, à vermiculations plus foncées. On a recueilli en ce point *Uptonia jamesoni* Sow.

H. Gauthier, dans son Diplôme d'Études Supérieures, a décrit une coupe tout à fait comparable, à Poleymieux-la-Rivière, montrant un mètre de Pliensbachien.

II. — Marcilly d'Azergues.

Localement cet étage paraît encore plus réduit.

Au S de Marcilly d'Azergues, en 785,74 × 98,05, les murs montrent quelques blocs de calcaire marneux très compact, jaune ou rose, à grain très fin, renfermant quelques oolithes ferrugineuses et de nombreux nodules phosphatés. La faune importante comprend des Gastéropodes et des Lamellibranches dont le test est généralement de calcite brun foncé, des Bélemnites et des Ammonites. Ces dernières sont souvent à l'état de moules internes phosphatés engagés dans des nodules de même nature :

Gagaticeras gagateum Y. et B. BUCKM. Y. T. A., pl. 78, très nombreux exemplaires.

Gagaticeras funiculatum S. BUCKM. Y. T. A., pl. 122.

Echioceras (Orthechioceras) radiatum TRUEM. et W., pl. 2, fig. 9.

Schlotheimia (Charmasseiceras) coquandi DI STEFANO : FUCINI Cetona, pl. 24, fig. 11 ab.

Ces formes, qui appartiennent à la moitié supérieure du Lotharingien, sont remaniées, comme le montre leur présence dans des nodules phosphatés. D'autres Ammonites ont leur moule rempli d'un calcaire jaune ou rose-rouge, à grain fin, très compact, identique à celui des bancs eux-mêmes ce sont : *Uptonia jamesoni* Sow. :

Tropidoceras? aff. *stahli* OPP. : cf. SPATH, 1928, pl. 17, fig. 1.

Tropidoceras cf. *acteon* D'ORB. P. F., pl. 61.

Lytoceras fimbriatum Sow.

Prodactylioceras daviei Sow.

Amaltheus margaritatus MONTF.

Les deux premières formes ont un encroûtement ferugineux et manganésifère qui indique également des phénomènes de remaniement et elles appartiennent ainsi que les deux suivantes au Pliensbachien. Seule *Amaltheus margaritatus* MONTF. est une forme domérienne, son moulage interne est moitié en calcaire marneux rose compact toujours de même type, moitié en calcite brun-noir ; la faune de Gastéropodes, importante, mais très difficile à dégager, se présente de la même façon : *Cryptænia (Ptychomphalus?) expansa* Sow. fréquent, *Microschiza macrospira?* COSSM., *Pleurotomaria* pl. sp. Il s'y ajoute de nombreuses Bélemnites.

L'âge de ces calcaires peu épais, un ou deux bancs de 15 cm, dont un seulement est visible en place, pourrait s'établir ainsi : ils se sont formés très lentement dans une région soumise à des courants, au Pliensbachien supérieur et au début du Domérien, et ils ont englobé des formes antérieures, lotharingiennes, à l'état de nodules phosphatés, remaniées, arrachées à des dépôts voisins, et des formes du Pliensbachien inférieur recouvertes d'encroûtements ferrugineux. Peut-être le dépôt a-t-il commencé dès le Pliensbachien inférieur, les encroûtements ferrugineux ayant recouvert les premiers fossiles déposés. Mais tout ceci n'est qu'hypothèse, il faudrait voir les calcaires en place pour être affirmatif ; les encroûtements ferrugineux pourraient être dus à des circulations d'eau postérieures au dépôt. C'est un dispositif voisin de celui déjà décrit à Sombernon (p. 263).

III. — Le Paillet.

Par contre, une autre dépendance du Mont d'Or, le lambeau du Paillet, montre dans la vieille carrière située au SW du fort (787,4 × 94,35) une coupe plus épaisse (2 m), et plus complète du Pliensbachien ; la partie supérieure est visible à environ 150 m au N du croisement des routes du Paillet à Limonest et du Barriot au Fort du Paillet, en contre-bas de celles-ci et d'un petit champ ; les bancs forment une série de grandes dalles à fort pendages E.

Sous des marnes grises ou violettes à *Amaltheus margaritatus* MONTR. (38) et nombreuses concrétions ferrugineuses viennent :

37-35. Deux bancs de calcaire marneux, jaune clair ou rose, assez dur, les fossiles sont à l'état de moules internes phosphatés ; très nombreuses Bélemnites :

..... 0,30 m à 0,25 m.

Prodactylioceras davœi Sow.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *maculatum* Y. et B.

Lytoceras fimbriatum Sow.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *carinatus* HEHL in ZIETEN.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAIN.

Liparoceras sp., grande taille.

Nautilus sp.

34 ? Banc de calcaire jaune, dur, à grain fin, assez ferrugineux : . . . 0,15 m.

Lytoceras fimbriatum Sow.

Liparoceras gallicum SPATH.

Phylloceras loscombi? Sow.

Belemnites pl. sp.

33. Marnes et calcaire marneux, tendre, en bancs irréguliers ; veines brunes ferrugineuses ; Bélemnites très nombreuses au sommet : . . . 0,15 m à 0,20 m.

Lytoceras sp.

Acanthopleuroceras maugenesti D'ORB.

Acanthopleuroceras cf. *maugenesti* D'ORB.

Acanthopleuroceras cf. *valdani* D'ORB. et nombreuses formes voisines.

Tropidoceras pl. sp.

33 b. Calcaire marneux assez compact, à fins débris cristallins, brun-rose :

Acanthopleuroceras valdani D'ORB. rare dans le banc et à sa base.

33 a. Marnes feuilletées 0,10 m.

32 b. Calcaire marneux compact, à grain fin, jaune-brun ou roux, avec quelques petites oolites ferrugineuses et des rubanements ferrugineux 0,30 m.

A la partie supérieure plus feuilletée :

Tropidoceras ellipticum SOW. ; SPATH, 1928, pl. 16, fig. 2.

Tropidoceras futtereri SPATH, 1928, pl. 16, fig. 8.

Tropidoceras cf. *masseanum* D'ORB. P. F., pl. 58, côtes un peu plus serrées.

Tropidoceras aff. *masseanum* D'ORB.

Nautilus sp.

32 a. Calcaire marneux feuilleté, à Bélemnites, mal visible. 0,10 m.

31 b. Calcaire marneux assez tendre, fossilifère par place, un peu grumeleux à petites oolites jaune miel : 0,10 m à 0,15 m.

Uptonia jamesoni SOW. et formes voisines, plusieurs échantillons, à costulation plus ou moins dense.

31 a. Marnes feuilletées, à nombreuses Bélemnites : 0,25 m.

Uptonia jamesoni SOW., forme épaisse à grosses côtes : cf. WRIGHT, pl. 51, fig. 1-2.

30 b. Calcaire marneux, un peu grumeleux, brun-rouge, assez friable, à petites oolites et débris hématisés 0,30 m.

Dans la partie moyenne : *Platypleuroceras oblongum* QUENST. Am., pl. 33, fig. 7 et forme voisine; 3 exemplaires.

Oxynoticeras sp.

Belemnites palliatus DUM.

30 a. Marnes feuilletées 0,10 m.

29. Calcaire brun plus cristallin, à rubanements et oolites ferrugineuses : *Echioceras* pl. sp.

Cette coupe se retrouve identique à 20 m au N, et encore à 150 m, plus loin, au sommet d'une carrière profonde abandonnée; j'ai tenu compte dans la description précédente des fossiles provenant de tous ces affleurements.

Ces coupes nous montrent un Pliensbachien un peu plus épais (2 m) qu'au Mont d'Or ; nous y retrouvons les zones classiques à *U. jamesoni*, à *T. ibex* et *Acanthopleuroceras*, à *P. davaxi* et *Ægoceras*, avec la plupart de leurs horizons, en particulier le niveau de base à *Platypleuroceras* ; les fossiles sont souvent déformés, ce qui rend les déterminations spécifiques délicates dans les groupes des *Acanthopleuroceras*, *Platypleuroceras*, *Tropidoceras*.

Comme le montre le schéma ci-dessous (fig. 37), au Mont d'Or le Pliensbachien a une épaisseur très variable ; les différentes zones peuvent manquer

ou se condenser ; d'autres exemples le confirmeraient. Il faut noter l'absence, jusqu'à ce jour, de *Phricodoceras taylori* Sow. et celle de *Tragophylloceras ibex* QUENST., alors que les contemporains de ce dernier, les *Acanthopleuroceras* et les *Tropidoceras*, sont bien représentés. Les oolites ferrugineuses, abondantes au Lotharingien supérieur, persistent moins nombreuses, dans les deux zones inférieures du Pliensbachien ; elles peuvent être associées à la glauconie. Ces couches ferrugineuses correspondent à la partie supérieure du Lias rouge des anciens géologues lyonnais ; sa partie inférieure est lotharingienne (horizon à *Deroceras armatum*).

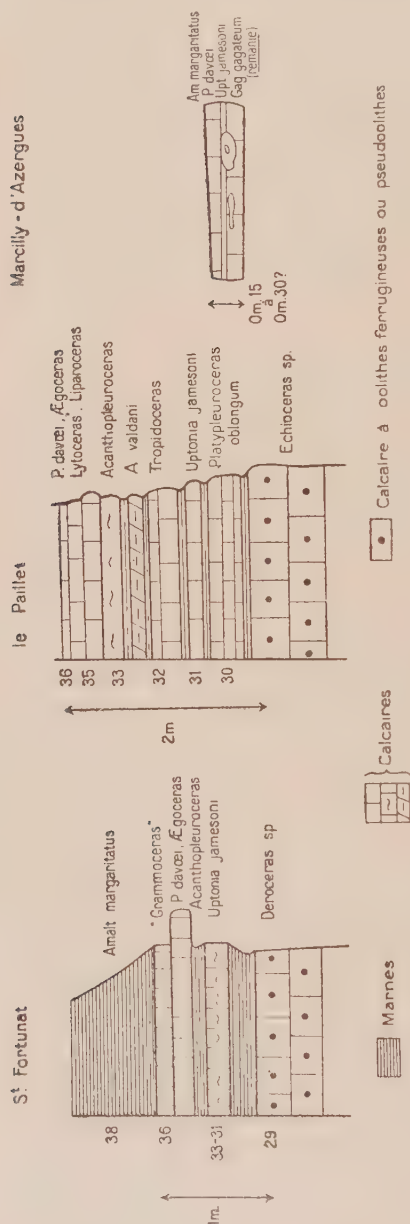


Fig. 37. — Pliensbachien du Mont d'Or lyonnais.

DOMÉRIEN

Cet étage est formé essentiellement par une épaisse série de marnes ou plutôt d'argiles calcaires (70 m à 100 m), assez pyriteuses surtout à la base où ce minéral se concentre en nodules et moule les fossiles.

Au sommet, plusieurs bancs de calcaire cristallin, riche en débris d'organismes, constituent la zone supérieure à *P. spinatum*.

Ordinairement couvertes par des prairies, les couches marneuses peuvent s'observer dans trois exploitations ; l'une à Saint-Romain-au-Mont-d'Or attaque la partie supérieure sur 40 m environ (792,9 × 95,5) ; deux autres sont situées au Bouquis, à 200 m et 300 m au NE de l'affleurement plienschachien du Paillet ; la première (787,6 × 94,5) intéresse à peu près tout l'étage, mais des glissements de terrain récents ont masqué le front d'attaque et aucune observation

stratigraphique détaillée n'est plus possible (printemps 1950) ; la deuxième (787,65 × 94,55) attaque actuellement la partie moyenne de l'étage.

M. Thorat (1945 b) a montré que ces argiles, réputées peu fossilifères, pouvaient donner une riche récolte : Ammonites, Lamellibranches, Gastéropodes pyriteux souvent de petite taille, Crinoïdes, s'aperçoivent à la surface des argiles bien lavées; d'autres formes se rencontrent dans certains nodules calcaires.

I. Le Paillet et le Bouquis :

Les couches de base, rouges et violacées, visibles au Paillet, immédiatement au-dessus du banc à *Prodactylioceras davœi* Sow. (cf. p. 324), contiennent de nombreuses Ammonites pyriteuses ou limoniteuses et des Bélemnites; des nodules et des croûtes d'oxyde de fer peuvent empâter les fossiles :

Amaltheus margaritatus MONTF., types divers : MONEST. : Amalth., pl. 1, n° 2, fig. 2-3; pl. 2, n° 1, fig. 11, 14; pl. 2, n° 2, fig. 8..., etc...

Agassicerias centriglobum OPP.

Lytoceras tortum QUENST. : MONEST. Dom., pl. 2, fig. 29-30.

Lytoceras cf. *capellini* BETTONI : MONEST. Dom., pl. 2, fig. 19-20.

Belemnites clavatus STAHL.

Dans la carrière du Bouquis, les marnes sont visibles sur 60 m, leur faune peut se répartir sensiblement en 4 niveaux. *Belemnites clavatus* STAHL. existe sur toute la hauteur.

— Dans le quart inférieur, les fossiles sont peu nombreux, les Ammonites généralement écrasées :

Amaltheus margaritatus MONTF.

« *Harpoceras* » sp.

Lytoceras sp.

Vers son sommet, nombreux Lamellibranches.

— Dans le quart suivant, les Ammonites pyriteuses sont assez fréquentes :

Amaltheus margaritatus MONTF. : MONEST. Amalth., pl. 3, n° 2, fig. 1-3-4; pl. 2, n° 1, fig. 14.

* « *Harpoceras* » sp. du groupe de *H. celebratum* FUCINI : cf. A « *fallaciosum* » ROSEMBERG, 1909, pl. 15, fig. 11, non BAYLE qui est en réalité une forme du Lias moyen; section probablement plus lancéolée.

* *Arietoceras fieldingi* REYNÈS : cf. MONEST. Dom., pl. 4, fig. 30-39.

* *Arietoceras* cf. *fieldingi* REYNÈS : cf. MONEST. Dom., pl. 4, fig. 28-29.

* *Arietoceras instabile* REYNÈS : MONEST. Dom., pl. 3, fig. 32.

* *Arietoceras* cf. *algovianum* OPP. : MONEST. Dom., pl. 7, fig. 2, peut-être moins épais que les formes typiques.

Lytoceras furcicrenatum S. BUCKM. T. A., pl. 784 ABC, abondant vers la base, mais présent dans toute l'épaisseur; il est apparu au sommet du niveau précédent.

Lytoceras fimbriatum Sow.

Pentacrinus basaltiformis MULL, rare.

Lamellibranches et Gastéropodes, nombreux.

Cet horizon appartient probablement encore à la sous-zone a de Monestier. Les *Arietoceras algovianum* OPP. typiques appartiennent à un niveau plus élevé mais la forme présente ici a pas mal d'affinités avec *Arietoceras fieldingi* REYNÈS; les Amaltheïdes contiennent cependant plusieurs formes placées par Reynès dans sa sous-zone b.

— Dans la moitié supérieure, les argiles contiennent d'assez nombreux nodules calcaires, ils sont d'abord peu nombreux :

* *Cœloceras* cf. *indunense* MCH.

* *Prodactylioceras* sp. aff. *mortilleti* MCH., 1867, App., pl. 6, fig. 1, sans nodosité sur les flancs.

Les marnes peu fossilifères donnent de grands *Amaltheus* écrasés :

Amaltheus margaritatus MONTF. var. *nudus* QUENST. Am., pl. 41, fig. 1, ombilic un peu plus étroit.

Bois fossile assez abondant.

Tisoo siphonalis M. DE SERRE apparaît seulement ici.

— Dans le dernier quart : les nodules encore plus nombreux sont parfois fossilifères :

Amaltheus margaritatus MONTF. : MONEST. Amalth. pl. 4, n° 2, fig. 4-6., etc.

Amaltheus lævis QUENST.

Pentacrinus basaltiformis MILL., abondant et *Pentacrinus subsulcatus* MUNST. se trouvent un peu au-dessus des niveaux à nombreux nodules.

Au-dessus viennent encore 10 m à 15 m d'argile peu fossilifère.

Le Domérien supérieur est constitué par quelques petits bancs de calcaire marneux rouge lie de vin, très détritique, alternant avec des argiles, d'abord de même teinte, puis jaunes. Le premier banc de calcaire et un autre, situé un peu plus haut, renferment de nombreux galets de calcaire marneux tendre, perforés, encroûtés de Serpules; ils constituent de véritables conglomérats formés d'éléments provenant du démantèlement d'assises domériennes voisines. Le premier banc contient :

Harpax pectinoides LMK.

Harpax lævigatus D'ORB.

Pseudopecten æquivalvis SOW.

Chlamys textorius SCHLOTH.

Belemnites (Hastites) clavatus STAHL.

Les bancs suivants renferment en outre des nodules plats à *Tisoo siphonalis* M. DE SERRE à plusieurs trous.

Cette alternance d'argile et de calcaire tendre se voit sur 10 m à 15 m; les couches disparaissent ensuite sous des jardins et des maisons.

II. Le Mont d'Or. — Au Mont d'Or lui-même, à Saint-Romain, les argiles sont moins plastiques, moins pyriteuses, plus largement micacées, le dépôt est plus détritique¹ (grains de quartz de 30 μ à 50 μ , alors qu'au Bouquis ils atteignent rarement 20 μ à 30 μ , et surtout larges paillettes de mica blanc et d'une autre phyllite verte). Des bancs plus calcaires interrompent fréquemment la succession des argiles, alors qu'ils font défaut au Bouquis; les fossiles surtout des Pectinidés, sont assez fragiles; *Tisoo siphonalis* M. de Serre est fréquent et très long; à 10 m du sommet, on note un niveau à Lingules.

¹ Pour la même raison la faune de Foraminifères, assez riche au Bouquis, est très pauvre ici (détermination de M. Marie).

A Saint-Romain, le **Domérien supérieur** comprend, à la base sur 2 m, une alternance de calcaires marneux tendres et de marnes feuilletées (galets roulés, *Tisooa siphonalis* M. de Serre, *Pecten acuticosta* LMK., *Harpax lævigatus* D'ORB., *Inoceramus dubius* QUENST.) et au-dessus, 1,60 m de calcaire gris-bleu cristallin et très riche en débris d'organismes, formant de gros bancs brunâtres à l'extérieur ; la surface supérieure est irrégulière et correspond à une érosion sous-marine ; la faune comprend de nombreux individus, appartenant à un nombre restreint d'espèces et la roche prend généralement l'aspect d'une lumachelle de Brachiopodes et de petites Huîtres : au sommet j'ai recueilli *Paltopleuroceras spinatum* BRUG., *Cidaris amalthæi* ? QUENST ; etc... Malgré certaine parenté, ces niveaux sont beaucoup plus calcaires qu'au Bouquiss.

Il existe un *troisième aspect de la Lumachelle*, typique au Mont-Thoux et à la Roche de Saint-Fortunat : c'est une lumachelle calcaire plus épaisse (plus de 10 m au S de Saint-Fortunat), qui se débite en plaquettes minces, dont les surfaces sont couvertes de fossiles ; les dalles à grands *Harpax lævigatus* D'ORB. du Mont-Thoux sont remarquables en ce sens. Aucune coupe détaillée de ce faciès n'est malheureusement visible, on peut supposer, d'après les coupes des autres régions, que ces calcaires en plaquettes forment des bancs qui alternent avec des couches marneuses.

Les quelques blocs visibles au col du Mont Verdun, au sommet des argiles du Lias moyen, sous le Toarcien réduit, appartiendraient au type de Saint-Romain : calcaire en blocs épais, mais démantelés par l'érosion sous-marine.

Dans ces trois types du Domérien supérieur : argilo-calcaire — calcaire massif peu épais — calcaire épais en plaquettes, mais surtout dans les deux derniers on remarque de nombreux petits débris ou galets, plus ou moins profondément hématisés ; souvent la roche est brun-rouge, rappelant ainsi le faciès franchement ferrugineux du « minéral de mélange » de Saint-Quentin.

TOARCIEEN et AALÉNIEN INFÉRIEUR

La meilleure coupe est celle donnée par de Riaz ¹, à la suite des fouilles qu'il fit faire au début du siècle, au voisinage des anciennes mines de fer de Saint-Romain, juste au-dessus de la carrière dont j'ai parlé. Pour la partie supérieure, on peut compléter ces renseignements par la coupe du puits qui fut creusé à la base des grandes carrières de Couzon ². Je rappellerai brièvement la succession :

¹ 1906, p. 609 ; cf. ROMAN et BOYER, 1923, p. 9, fig. 2.

² Deux coupes un peu différentes de ce puits ont été données par de Riaz (1906, p. 610) et par Roman et Boyer, p. 8 ; j'utiliserai ici les indications portées sur les fossiles des collections du laboratoire de géologie de l'Université de Lyon, ce qui conduit à une profondeur plus grande : (10,30 m) que celle qui résulte de l'addition des épaisseurs indiquées par de Riaz (9,40 m).

La partie inférieure de l'étage (zone à *D. tenuicostatum* et Z. à *H. falci-ferum*) manque et les 1,30 m de « marnes noires à *Hildoceras bifrons* et *Lioceras subplanatum* » appartiennent au Toarcien moyen.

On les voit d'ailleurs encore aujourd'hui reposer sur la surface terminale très irrégulière des calcaires du Domérien supérieur; ces marnes contiennent en réalité de petits blocs de calcaire marneux gris et quelques oolithes de limonite :

Hildoceras bifrons BRUG., types divers.

Harpoceras sp. du groupe de *H. subplanatum* ORB., ombilic plus ouvert.

Caeloceras subarmatum Y. et B. ; D'ORB. P. F., pl. 77.

A la partie supérieure du Toarcien moyen, il faut rapporter les 0,80 m de « minéral de fer oolithique très compact ».

C'est un calcaire légèrement marneux, jaune ou rouge à grain très fin, compact, à nombreuses grosses oolithes ferrugineuses (1 mm à 2 mm de diamètre); les fossiles sont généralement à l'état de moule phosphaté et la surface des bancs porte des nodules et des encroûtements ferrugineux : *Hildoceras bifrons* BRUG. et très nombreux *Caeloceras* : *C. crassum* PHILL., *C. braunianum* D'ORB., etc...

Le Toarcien supérieur aurait 1,10 m ou 1,30 m ; les marnes, plus calcaires, de la base renferment *Grammoceras toarcense* D'ORB. et *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE ; celles du sommet de grands *Hammato-ceras* ; ces deux niveaux contiennent quelques oolithes ferrugineuses ou phosphatées.

L'Aalénien comprend d'abord un horizon à nombreuses *Dumortieria* : 2,20 m de marnes rouges à petites oolithes ferrugineuses (fossiles et oolithes ont une patine brun foncé). Les marnes suivantes (1,30 m), que de Riaz attribue à la zone à *P. aalensis* et *L. opalinum*, correspondent exactement aux épiboles *moorei*, *aalensis* et *opalinum*.

Les fossiles de cette dernière (*Lioceras opalinum* REIN., *Lioceras lineatum* S. BUCKM. et formes voisines) ont une teinte rose ou rouge et contiennent des oolithes ferrugineuses, brun clair; un bloc de calcaire marneux rouge compact, un peu schisteux, à nombreuses oolithes ferrugineuses, trouvé dans les déblais, mais qui était probablement placé immédiatement sous les calcaires à *Cancellophycus*, m'a donné :

Lioceras uncinatum S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 5, fig. 7-8.

Lioceras bifidatum S. BUCKM.

Lioceras pl. sp. du groupe de *L. plicatellum* S. BUCKM., nombreux grands exemplaires.

On retrouve cet Aalénien inférieur à la base du puits de la carrière de Couzon (10,30 m d'après les indications des collections) ; c'est un calcaire marneux à grosses oolithes de limonite en trainées, et à oolithes blanches phosphatées, où on a récolté à la fois des formes de l'horizon à *Dumortieria* :

D. rhodanica HAUG. : DUM. L. sup., pl. 14, fig. 3-4.

Dumortieria sp. *

Et d'autres de la zone à *P. aalensis* :

Pleydellia aff. *subcompta* BRANCO.

Pleydellia sp. intermédiaire entre *P. leura* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 8
et *Walkeria burtonensis* S. BUCKM. *ibid.*, pl. 32, fig. 9.

Lioceras cf. *subcostosum* S. BUCKM.

Catulloceras sp.

Les premières ne semblent pas remaniées.

Au-dessus, dans le puits, viennent environ 2 m de marnes noires grumeleuses ou à oolithes phosphatées : elles ont donné vers 9,50 m *Pleydellia aalensis* ZIET., *Pleydellia* pl. sp. et entre 8 m et 9,50 m de nombreuses *Pleydellia aalensis* ZIET., pyriteuses, un peu écrasées (niveau de 0,40 m à fossiles pyriteux cité par de Riaz). Cet horizon à *P. aalensis* est plus épais et a un faciès moins ferrugineux ici qu'à Saint-Romain. Aucun fossile ne marquait, dans ce puits, la zone à *L. opalinum* au sens restreint.

Un peu en dessous de 8 m, le sommet de la zone à *L. opalinum* comprendrait encore des marnes et des calcaires plus durs à *Cancellophycus* : entre 8 m et 8,50 m *Lioceras* cf. *sinon* BAYLE (ROMAN et BOYER, 1923, pl. 5, fig 1, 3) *Lioceras* sp., dans un calcaire marneux à oolithes ferrugineuses.

Elle se poursuit par des marnes et des calcaires schisteux de plus en plus durs, avec rares oolithes ferrugineuses.

Il n'est pas étonnant de constater des différences entre les coupes de Saint-Romain et du puits de Couzon ; le Toarcien et l'Aalénien sont extrêmement variables au Mont d'Or lyonnais.

Au col du Mont Verdun, par exemple, Toarcien et Aalénien inférieur réunis n'ont même pas 1,50 m et l'on peut ramasser des fossiles de presque toutes les zones (z. à *H. bifrons* jusqu'à z. à *L. opalinum*) : il s'agit d'un ou deux bancs grumeleux à faciès de remaniement, reposant directement sur le Domérien moyen ; le Domérien supérieur, enlevé par l'érosion, est réduit à un ou deux blocs sporadiques au sommet des marnes à *Tisoo siphonalis* M. DE SERRE.

En Bas-Beaujolais, à Saint-Jean-des-Vignes, près de Lozanne, la série toujours peu épaisse (3 m environ) débute cependant par 1,50 m de calcaire rose, à patine blanche, à délit parallélipipédiques, fétide, renfermant des écailles de Poissons qui appartiennent vraisemblablement au Toarcien inférieur ¹.

AALÉNIEN SUPÉRIEUR

Une série calcaire, épaisse d'au moins 50 m, surmonte les quelques mètres de marnes de l'Aalénien inférieur ; ces calcaires ne correspondent qu'à une partie seulement des horizons supérieurs de l'Aalénien ; ils comprennent :

¹ Cf. Bull. Serv. Carte Géol. F., n° 237. C. R. Collab. Campagne 1934.

1° A la base (56-57 a), sur 2 m à 4 m en moyenne et parfois davantage, des alternances de calcaire gris-bleu compact finement cristallin, de marnes grises et de calcaires feuilletés à *Cancellophycus scoparius* THOLL. Le puits de la base de la grande carrière de Couzon ¹ a donné :

A 7,40 m, un fragment de calcaire à *Cancellophycus*.

Entre 5 m et 7 m : *Ludwigia* sp., *Ludwigia* (*Brasilia*?) cf. *baylei* S. BUCKM. dans un calcaire marneux schisteux avec encore de petites oolites et des débris ferrugineux.

A 4 m dans un calcaire compact à grain fin.

Ludwigia obtusa QUENST. HORN, pl. 22, fig. 1, 2.

Erycites cf. *fallax* BENECKE, 1866, pl. 6, fig. 1, taille double.

Hammatoceras aff. *vaceki* ROMAN et BOYER.

Ailleurs à Saint-Romain, au col du Mont Verdun, à La Roche de Saint-Fortunat, au S de Saint-Germain, à Poleymieux-la-Rivière, etc... on peut ramasser d'assez nombreuses Ammonites à ornementation souvent effacée, parmi lesquelles F. Roman a reconnu : *Ludwigia murchisonæ* Sow., abondante, ainsi que les formes voisines : *L. obtusa* QUENST., *L. crassa* HORN, *L. tuberculata* HORN; *Ludwigia bradfordensis* S. BUCKM., *Lioceras sinon* BAYLE, *Erycites fallax* BENECKE, etc...

Ces calcaires feuilletés à *Cancellophycus*, de plus en plus compacts vers leur partie supérieure, représentent donc la zone à *L. murchisonæ* avec au moins une partie de son horizon supérieur à *L. bradfordensis*.

2° (57 b) calcaire finement cristallin, à petits débris d'Entroques, stratification oblique, et nombreuses concrétions siliceuses souvent disposées en lits irréguliers ; leur silicification est généralement incomplète, une trame calcaire plus ou moins importante subsiste ; ces concrétions du type chaille sont appelées charveyrons dans la région. Il existe dans la partie moyenne de cette formation, épaisse de 30 m à 40 m, un niveau à nombreux *Amussium pumilus* LMK, et quelques Ammonites.

3° (58 a) calcaire cristallin plus grossier, à nombreux débris d'organismes : Ecrinures, Echinodermes (radioles et plaques) ; petits Lamellibranches et petites Rhynchonelles, nombreux Bryozoaires. On l'appelle souvent d'ailleurs le calcaire à Bryozoaires ; il peut renfermer encore des lits de charveyrons :

Pentacrinus bajocensis DEFR.

Rhabdocidaris horrida MÉRIAN.

Amussium pumilus LMK.

4° (58 b) la partie supérieure est formée de quelques bancs épais, durs et compacts qui renferment de grandes *Trigonia couzonensis* RICHE ; ils reposent sur un dernier niveau à concrétions siliceuses à la base duquel on a recueilli *Ludwigia concava* Sow., de petite taille. Ces calcaires, et proba-

¹ Cf. note (2), p. 329.

blement déjà les calcaires à Bryozoaires (58 a), appartiennent à la zone supérieure de l'Aalénien.

5° (58 c) le banc précédent, terminé par une surface perforée et couverte de croûtes ferrugineuses, porte en de rares points des dépôts lenticulaires d'âges variés. Je décris seulement dans ce paragraphe ceux de la partie moyenne du ravin de Saint-Léonard (793,1 × 97,8) et de la carrière de la Vierge à Couzon (793,05 × 97,15).

Ils ont une épaisseur maxima de 30 cm; formés de calcaire compact à fossiles siliceux ou de blocs anguleux dans un marno-calcaire rouge, ils correspondent au moins en partie à des couches remaniées et appartiennent, comme le montre leur faune, à la zone supérieure de l'Aalénien : *Ludwigia* (*Ludwigella*) *concava* Sow., *L. v-scripta* S. BUCKM., *L. rudis* S. BUCKM., *L. cornu* S. BUCKM., associées à de nombreux Lamellibranches (*Astarte*, *Trigonia*) et Gastéropodes décrits par Riche (1904).

Cette couche remaniée en partie, s'est déposée peu de temps après les calcaires sous-jacents, qui contiennent eux aussi *Ludwigia concava* Sow., et appartient à l'Aalénien supérieur. Il est même possible que la partie terminale de l'étage manque.

BAJOCIEN

En d'autres points, la surface perforée et encroûtée du calcaire à Entroques porte des lambeaux d'âge plus récent, séparés de lui, comme nous allons le voir, par une lacune importante, correspondant au Bajocien inférieur et à la base du Bajocien moyen.

Ces lambeaux sont visibles à la partie supérieure du ravin de Saint-Léonard, — au front de la grande carrière de Couzon, malheureusement inaccessible sauf à son extrémité N, aux environs de la Maison de retraite départementale d'Albigny, — dans le ravin du Rochon (vers 792,5 × 96,9-97), — au col de la Barollière, sur la route du Mont Verdun à la Croix de Prêle (789,95 × 96,55), — à Curis, dans la carrière derrière la ferme de l'école Ozanam, — et sur la route de Poleymieux-la-Rivière à la Croix Vitaise (792,58 × 98,05). Ils montrent un dépôt, épais au maximum de 1,50 m, formé de calcaire spathique gris ou rose, à grain fin, riche en Brachiopodes et Lamellibranches, et de calcaire marneux grumeleux à oolithes ou gros pisolithes ferrugineux. Dans certains gisements, comme celui de Poleymieux-la-Rivière, une stratigraphie détaillée serait possible, les deux types de calcaire alternant en bancs réguliers.

Leur faune étudiée par Roché (1943) comprend :

Sphaeroceras wrighti S. BUCKMAN (= probablement *S. evolvens* WAAGEN).

Normannites orbignyï S. BUCKM.

Epalxites latansatus S. BUCKM.

Teloceras blagdeniforme ROCHÉ.

Dorsetensia sublecta S. BUCKM.

Quelques Lamellibranches, Gastéropodes et de nombreux Brachiopodes.

Boidin (1946, pp. 27-28) ajoute :

Garantia cf. *baculata* QUENST.

Oppelina pulchra S. BUCKMAN.

Les premières de ces formes, très caractéristiques, appartiennent à l'épibole *Epalxites*, les autres sont probablement du même âge; seuls quelques Brachiopodes pourraient être antérieurs; la présence de *Garantia* cf. *baculata* semble étonnante; elle provient sans doute d'une couche marneuse du sommet d'un gisement qui serait à rapprocher du lambeau à *Strenoceras niortense* d'Albigny dont je vais parler maintenant.

Ainsi le Bajocien moyen est représenté au Mont d'Or uniquement par quelques lambeaux peu épais d'âge *Epalxites*.

Le Bajocien supérieur, incomplet à la base, débute localement par une couche lenticulaire de la zone à *S. niortense*.

Dans la partie N du front de la grande carrière de Couzon, derrière la Maison de retraite départementale d'Albigny, on voit en effet, entre les calcaires rognoneux d'âge *Epalxites* et les calcaires marno-siliceux du Ciret typique, un banc de calcaire marneux, jaunâtre, grumeleux, localement plus compact, qui contient (Roché, 1943; Boidin, 1946, pp. 36-37) :

Oppelia flexa S. BUCKM.

Sphaeroceras evolvens WAAGEN, usé.

Bigotites haugi NICOL.

Leptosphinctes cleistus S. BUCKM.

Caumontisphinctes polygyralis S. BUCKM.

Strenoceras niortense D'ORB.

Garantia sp.

Ces formes, *Sphaeroceras evolvens* (roulé) mis à part, appartiennent à la zone à *S. niortense* et plus précisément à l'épibole *Leptosphinctes*, ce qui date cette couche de façon très précise d'après Roché.

L'étage se poursuit par une épaisse série de calcaire marneux tendre, gris bleuté ou jaunâtre, plus ou moins siliceux, poreux et gélif, connu sous le nom de Ciret; il n'a aucun intérêt industriel et ne peut servir à la construction.

On le voit dans de rares coupes naturelles... (S de Montou 792,05 × 95,2, route du Verdun à la Croix de Prêle 790,1 × 96,5) et surtout dans les champs, les murs ou les chirats. Son épaisseur, supérieure à 50 m, est difficile à préciser en raison de la rareté des bons affleurements et de la facilité avec laquelle cette roche semble glisser sur les pentes; d'après Boidin, sa puissance dépasserait 70 m. Il semble moins silicifié à la base et au sommet que dans la partie moyenne et passerait au Bathonien inférieur sans variation de faciès (Lissieu).

La faune a été décrite en détail par Roman et Pétouraud (1927) et par Marzloff, Darest et Moret (1936). Les Ammonites montrent que le faciès du Ciret s'est installé dès la zone *S. niortense* (*Garantia baculata* QUENST., *Strenoceras subfurcatum* ZIET.),

s'est surtout développé dans la zone à *G. garanti* et a atteint la zone à *P. parkinsoni* (*P. cf. parkinsoni* Sow.; *P. subarietis* Wetz.).

D'après Boidin, les niveaux fossilifères du Mont Ceindre et du S du Château de Curis, à nombreuses *Garantia* et rares Ammonites déroulées, se situeraient à 30 m au-dessus de la base de la formation. Et à 40 m ceux de l'W de Curis et de la partie S du chemin des tranchées, à *Garantia*, *Lissoceras*, nombreux déroulés et très nombreux Lamellibranches généralement silicifiés : *Posidonomya alpina* GRAS, *Parallelodon concinnum* PHILL., *Nucula*, *Lucina*, *Oxytoma*, etc...

Les couches supérieures, plus calcaires et moins siliceuses, ont donné *Parkinsonia subarietis* WETZ. de la base de la zone à *P. parkinsoni* et *P. cf. parkinsoni* Sow.; elles semblent surtout développées dans la région de Lissieu.

Au Mont d'Or la série bajocienne se termine avec le Ciret et toutes les formations secondaires postérieures ont été enlevées par l'érosion. A Lissieu, au-dessus du Ciret et sans que le contact soit visible, viennent des calcaires blancs, oolithiques à rognons siliceux souvent rouges, exploités dans les carrières de La Clôtre. Leur faune est pauvre : Bryozoaires, Rhynchonelles et débris d'Echinodermes ; dans la carrière supérieure, j'ai recueilli cependant avec M. Branciard, au cours d'une excursion dirigée par M. Thorat, *Trochotiarra subcomplanata*¹ D'ORB. et *Polycyphus normanus*¹ DESOR, formes fréquentes dans le Bathonien supérieur de Normandie.

Série stratigraphique du Mont d'Or lyonnais et de ses Annexes.

BATHONIEN sup. ? et moy. ? inf.	{ Calcaire blanc oolithique à rognons siliceux avec * <i>Trochotiarra subcomplanata</i> , <i>Polycyphus normanus</i> . (Calcaire marno-siliceux ?).
BAJOCIEN sup. plus de 70 m.	{ Calcaire marno-siliceux (Ciret) à <i>Parkinsonia cf. parkinsoni</i> , <i>P. arietis</i> , <i>Garantia garanti</i> , et <i>Strenoceras subfurcatum</i> . Calcaire jaunâtre grumeleux à <i>Stren. niortense</i> :
moy.	{ lambeau 0,10 m à 0,20 m.
« lambeaux ».	{ Calcaire rogneux à pisolithes ferrugineux : <i>Norm. orbigny</i> , <i>Sphaer. evolvescens</i> , <i>Teloceras blagdeniforme</i> :
inf.	{ lambeaux 0,10 m à 2 m. (lacune). (lacune).
AALÉNIEN sup. 50 m environ.	{ Marno-calcaire rouge lenticulaire à <i>Ludw. concava</i> (0,00 m à 0,30 m). Calcaire à Entroques avec <i>Ludw. concava</i> , <i>Trigonia couzonensis</i> , Bryozoaires et chailles (« Charveyrons »). . . 10 m à 12 m. Calcaire à Entroques et Charveyrons . . . 30 m à 40 m. Calcaire feuilleté à <i>Cancellolophycus</i> , <i>Ludw. murchisonæ</i> , <i>Lioceras sinu</i> 5 m à 10 m.

¹ Détermination de M. Mercier.

AALÉNIEN inf.	▲ Marnes et calcaire marneux rouge à <i>P. aalensis</i> , <i>L. opalinum</i> (1,30 m à Saint-Romain).
	Marnes à <i>Dumortieria</i> (quelques petites oolithes ferrug.) (2,20 m à Saint-Romain).
TOARCIEN sup. 1 m à 7 m.-----	Marnes à grands <i>Hammatoceras</i> ; » <i>Grammoceras</i> et <i>Pseudogrammoceras</i> (1,10 m) (quelques oolithes fer. ou ph.).
moy.	Minéral de fer oolithique, <i>Hildoceras bifrons</i> , <i>Cœloceras</i> (0,80 m à 1,30 m à Saint-Romain).
inf.	Marnes noires à <i>Hild. bifrons</i> , <i>Harp. subplanatum</i> . (* lacune) * Calcaire à Poissons à Saint-Jean-des-Vignes (bas Beaujolais).
DOMÉRIEN sup. 0,50 m à 15 m. inf.	{ Calcaire lumachelle ou calcaire marneux et marnes à nodules avec <i>Palt. spinatum</i> , <i>Harpax lævigatus</i> (0,50 m à 15 m). Argiles ou marnes gréséo-micacées à <i>Amaltheus margaritatus</i> : * dans la partie supérieure : <i>Cœloceras</i> cf. <i>indunense</i> , <i>Pentacrinus basaltiformis</i> ; * dans la partie inférieure : <i>Lytoceras furcicrenatum</i> , <i>Arietiticas</i> , <i>Harpoceras</i> , <i>Agassiceras centriglobum</i> ...
60 m à 80 m.	{ Marnes et calcaire marneux à Bélemnites, remaniements locaux avec : — <i>P. dacœi</i> et <i>Ægoceras</i> , « Calcaire à Bélemnites » — * <i>Acanthopleuroceras</i> et <i>Tropidoceras</i> , — * <i>Tropidoceras masseanum</i> , <i>T. ellipticum</i> , — <i>Uptonia jamesoni</i> , — * <i>Platyleuroceras oblongum</i> . « Lias rouge ».
PLIENSBACHIEN * 0,30 m à 2 m.	{ Calcaire marneux à oolithes ferrugineuses, <i>Deroceras</i> . * Calcaire marneux glauconieux à : 2 m. — <i>Orynoticeras guibali</i> , <i>Echioceras</i> , — * <i>Gagaticeras</i> , <i>Slatterites</i> .
LOTHARINGIEN * 6 m.	{ Calcaire gris compact et cristallin. 4 m. à <i>Asteroceras</i> , <i>Arnioceras</i> , <i>Microderoceras</i> .
SINÉMURIEN 10 m.	{ Calcaire cristallin à Gryphées arquées (4 m), à * <i>Arnioceras miserabile</i> , <i>A. cf. semicostatum</i> , <i>A. cf. geometricum</i> . « Banc savonneux » : calcaire marneux compact. . . 0,10 m. Calcaire cristallin à Gryphées arquées (4 m) à : — <i>Coroniceras gmuendense</i> <i>Arietites falsani</i> ? — Gros <i>Coroniceras bucklandi</i> , <i>C. bisulcatum</i> . « Banc à Cardinies », calcaire à grain fin à nb. Cardinies. * Calcaire à grains de quartz avec <i>C. rotiforme</i> . 2 m à 3 m. A la base, à La Barollière : * <i>Vermiceras cordieri</i> .

HETTANGIEN sup.	(Calcaire à grains de quartz, partie inférieure seule avec « <i>Schlotheimia angulata</i> » DUMORTIER).
10 m à 20 m.	* Calcaire marneux rognoneux blanchâtre à <i>Schl. angulata</i> (1 m).
moy.	(lacune ? de l'horizon à <i>Al. laqueus</i>).
inf.	Calcaire brun cristallin à <i>Chlamys valoniensis</i> (2 m), * à la base : <i>Psiloceras planorbe</i> .
	Calcaire sublithographique (« Choin bâtard ») (5 m), * au sommet : <i>Psiloceras planorbe</i> .
	Calcaire marneux à Plicatules, <i>Pecten pollux</i> et marnes brunes (0 m à 10 m).
	Calcaire lumachelle.
RHÉTIEN	{ Calcaire jaune, moiré, dolomitique; Grès; Marnes avec <i>Avicula</i>
10 m environ.	{ <i>contorta</i> et bone-beds.

CHAPITRE XI

CHAROLAIS ET BRIONNAIS

Au S du Morvan et le séparant du Massif Central, les dépôts jurassiques du Charolais et du Brionnais forment un ensemble que je décrirai dans un chapitre unique. Ce jurassique est isolé actuellement de la bande continue d'affleurements que nous suivons depuis la vallée de la Creuse jusqu'au Mont d'Or lyonnais. A l'W, il est séparé du Nivernais par le Massif primaire de Bourbon-Lancy, Gilly-sur-Loire, Saint-Léon, Bert, en partie effondré sous le Tertiaire de la vallée de la Loire ; à l'E. du Mâconnais et du Beaujolais par une dorsale de Primaire et de Cristallin ; au NE cependant, quelques lambeaux liasiques, conservés à la surface du Permien de Blanzv-le-Creusot (Ciry-le-Noble, Saint-Romain-sous-Versigny), jalonnent son ancienne continuité avec les dépôts secondaires de Nolay et du Chalonnais.

Les couches jurassiques ont une disposition tabulaire mais ont été cassées et plus ou moins basculées par un réseau de failles complexes. Delafond, s'aidant de la structure du Bassin houiller qu'il connaissait bien, a dessiné assez schématiquement celles que porte la Carte Géologique. P. Russo (1948, etc...) interprète cette disposition en « marches d'escalier », connue depuis longtemps et bien marquées dans les coupes d'Albert-Michel Lévy (1908), comme le résultat de poussées tangentielles alpines oligocène et miocène.

Les sables et argiles du Pliocène, très développés au voisinage de la Loire et entre les vallées de l'Arroux et de la Bourbince, masquent fréquemment les terrains secondaires ; ainsi au NW, au centre et au SW, ceux-ci affleurent surtout dans les vallées et n'influent guère sur l'allure du relief. Par contre, à l'E, le Lias et le Bajocien forment un liseré assez régulier en bordure des terrains anciens depuis Marzy, au N de Charolles, jusqu'au S de Charlien, et l'on y retrouve, malgré les failles, la disposition topographique classique : abrupt de calcaire à Entroques avec couverture souvent boisée (Bajocien supérieur siliceux), — talus de marnes et calcaire marneux du Toarcien, autrefois couvert de vignes, parfois un léger palier marque le Domérien supérieur — grand talus de marnes du Lias moyen favorable aux prairies d' « embouche » — surface de calcaire à Gryphées en prés ou en cultures — grès du Rhétien ou du Trias boisés.

Le réseau hydrographique, tributaire de la Loire, s'est établi dans la cou-

verture pliocène et il apparaît, maintenant qu'elle a en partie disparu, surimposé aux affleurements jurassiques : ainsi les méandres de la Bourbince sur le calcaire à Gryphées de Gélendar.

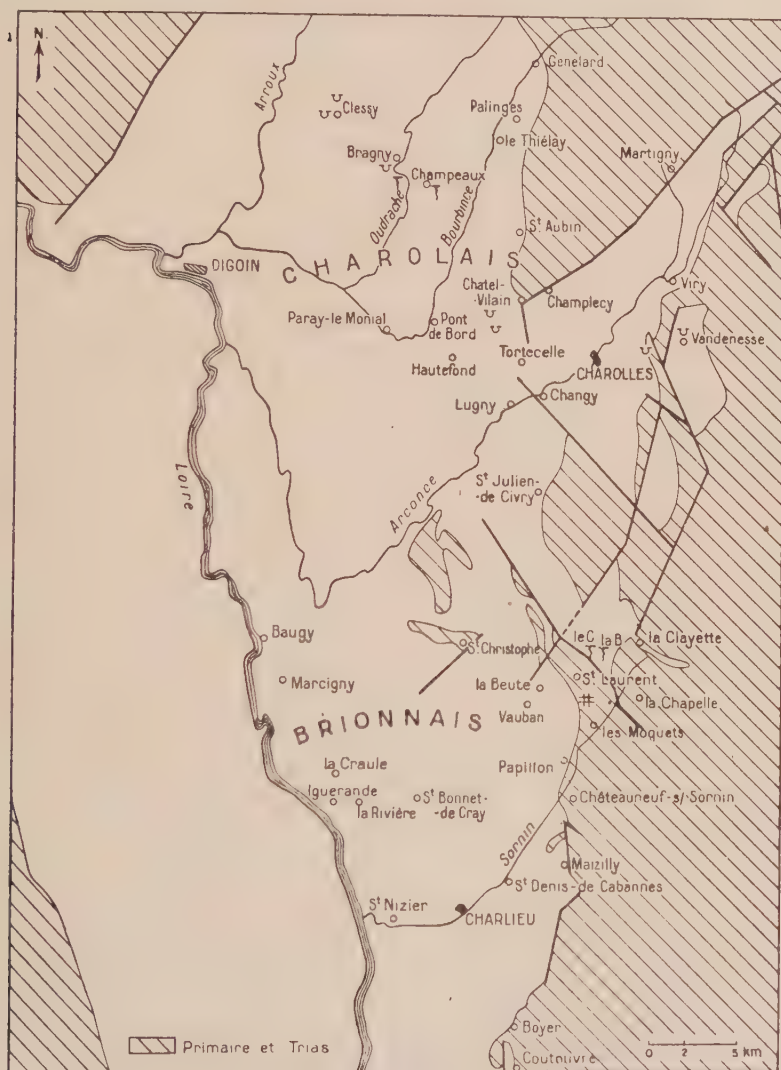


Fig. 38. — Carte des principaux affleurements du Charolais et du Brionnais.

Historique. — C'est dans le travail de Rozet (1840) que l'on trouve l'un des premiers aperçus sur la géologie de ces régions; il note en particulier, le développement du Lias à Gryphées et de l'Arkose. Un peu plus tard, le Charolais et le N du Brionnais ont été décrits, avec l'ensemble de la Saône-et-Loire, par Manès (1847); j'ai

déjà indiqué, à propos du Mâconnais, les divisions qu'il avait établies. En outre, il signale l'existence de minéral de fer oolithique associé à la Lumachelle, aux Apports, commune de Marizy près de Charolles. En 1848 Dufrénoy ¹ reprend les divisions de Manès. La partie méridionale du Brionnais, au contraire, qui appartient au département de la Loire, a été décrite minutieusement par Gruner (1857, pp. 552-595) qui a établi l'échelle stratigraphique suivante de haut en bas :

Oolithe	{	Calcaire à Entroques.
inf.	{	Argile à jaspés.
Marnes supra-liasiques ou Calcaire à Bélemnites	{	2° Lias sup. { Calcaire et argile ocreuse.
		{ Marnes et grès ferrugineux (nombreuses Ammonites et Bélemnites).
	{	1° Lias moy. { Marnes bitumineuses à Plicatules, un peu calcaires à la base avec localement, au sommet, rognons de calcaire et bancs noduleux à « <i>Gryphæa cymbium</i> ».
		{ Calcaire à <i>Gryphæa cymbium</i> , plus marneux et ferrugineux au sommet; sublamellaire à la base
Lias ppt. dit	{	Marnes grises inférieures.
ou Lias inf.	{	Calcaire à Gryphées arquées (peu développé).
Grès infraliasique (peu développé).		

Le compte rendu de l'excursion de la Société géologique de France à Charlieu en 1870 et surtout les notes sur les Formations géologiques du Forez et du Roannais par Leverrier (1890) (avec la collaboration de P. Ternier pour le Secondaire), ajoutent des précisions nouvelles : dans la vallée du Sornin et plus au S, le Sinémurien inférieur à *Am. bucklandi* manque, seule la zone à *Gryphæa obliqua* est présente; l'argile à jaspés, placée par Gruner à la base de l'oolithe, a en réalité la même origine que les cailloutis plicocènes; enfin il n'est pas question des « marnes grises inférieures », Leverrier ne les a sans doute pas retrouvées. Les légendes des feuilles de Charolles (147) et de Roanne (158) ont seulement repris ces diverses données. La deuxième édition de la feuille de Charolles en 1940 n'a apporté aucun renseignement nouveau sur les terrains secondaires.

Par ailleurs ces régions ont fait l'objet de deux diplômes d'Études supérieures. M. Thorat (1927, 1929) a recueilli de très nombreux documents sur la partie S : les environs de Charlieu; j'ai décrit plus brièvement la partie N : les environs de Paray-le-Monial (R. Mouterde, 1939, 1942).

Outre mes récoltes personnelles, j'ai utilisé les échantillons recueillis par M. Thorat, la Collection Lissajous et d'autres collections de l'Université de Lyon. L'ouverture d'un deuxième centre ² d'extraction de la houille près de la Clayette, à Saint-Laurent-en-Brionnais, pendant la période 1942-1946, et deux sondages ³, faits à cette occasion, m'ont fourni des coupes très inté-

¹ DUFRÉNOY et ELIE DE BEAUMONT, pp. 748-756.

² Puits de mine : 749,35 × 143,5.

³ Sondage du Cerne : 748,5 × 145,15, sondage de la Boudure : 749,15 × 144,85; j'ai été chargé d'étudier au laboratoire les carottes recueillies depuis plusieurs années; j'ai constaté quelques confusions d'étiquettes si bien que je ne puis affirmer la rigueur de la succession à 2 m ou 3 m près.

ressantes que le Bureau de Recherches Géologiques et Géophysiques a bien voulu me laisser étudier.

M. Dubar a revu avec moi certaines coupes de la région de Charolles.

Je décrirai ici rapidement cette région du Charolais et du Brionnais, en suivant les affleurements du N vers le S. J'insisterai sur les faits les plus remarquables, comme la transgression du Lias inférieur vers le S et la variabilité du Pliensbachien ce qui amènera à multiplier les coupes dans ces étages inférieurs (11 dans la région de Charolles et autant en Brionnais). Pour le Bajocien une vingtaine de coupes partielles ou totales ont été relevées.

RHÉTIEN et HETTANGIEN

A la base de la série liasique, affleurent des grès et des sables arkosiques, à grain plus ou moins grossier, contenant des lentilles ou de fines couches d'argile verte ou grise ; on les rapporte généralement au Rhétien sans preuve paléontologique. Dans l'ensemble, ils sont moins grossiers et moins cimentés que des grès et arkoses triasiques sous-jacents. Par-dessus, viennent des calcaires marneux plus ou moins compacts et des calcaires cristallins hettangiens.

Je décrirai rapidement quelques affleurements de ces divers horizons.

I. Charolais. — En contre-bas du chemin de Tortecelle à Champlécy, près de la route nationale 79, au N du ruisseau de Cypierre (743,9 × 162,5), les sables ont 3 m d'épaisseur ; au-dessus, viennent des calcaires lumachelles bruns à nombreuses *Isocyprina* sp., *Cardinia* sp. ? *Plicatula hettangiensis* TERQ. et des marnes grises visibles sur 0,60 m (Hettangien inférieur ?).

A 1. km à l'E de Vandenesse-les-Charolles et un peu au S de la voie ferrée, les sables ont été exploités sur 20 m d'épaisseur et sont surmontés par 1,50 m de calcaire, d'abord compact et marneux avec *Plicatula hettangiensis* TERQ., puis plus cristallin avec nombreux Polypiers et *Cardinia amygdala* AGASS., *Chlamys valoniensis* DEFR., *Pentacrinus psilonoti* QUENST. (abondant au sommet).

Les prés en pente et en bois qui s'étendent entre la route de Viry à Ballore et celle de Viry à Mornay par Villorbaine avant le pont sur l'Arconce (754,2 × 167,0-2), donnent une coupe plus complète de la base du Lias. Les bois et taillis au-dessus de la prairie sont sur le calcaire à Gryphées, qui est visible en ce point sur 6 m ou 7 m d'épaisseur.

24-22. Dans la moitié supérieure les Gryphées sont abondantes :

Coroniceras falsani DUM.

Coroniceras sp., voisin de *C. rotiforme* Sow. pour le style de la costulation, mais enroulement plus rapide (= *Pararnioceras*?).

Gryphaea arcuata LMK.

21. Vers la base le calcaire est gris-brun clair avec des traînées plus marneuses :

Coroniceras sp. du groupe de *C. bisulcatum* BRUG.

Pinna sp., grande taille, fréquente.

Entolium hehli D'ORB.

Gryphæa sp.

17. 1 m ou 2 m plus bas, affleure un banc de calcaire gris clair, à grain fin, à surface perforée et croûtes ferrugineuses :

Alsatites sp., fragments.

Cardinia pl. sp.

Pentacrinus sp.

Gastéropodes.

16? Des bancs, probablement un peu inférieurs, qui affleurent à 200 m au S, dans le talus de la route, montrent des Gastéropodes et Lamellibranches, en particulier des *Cardinies*, en calcite, dégagées par l'érosion

14-13. 2 m environ sous le banc à *Alsatites*, on voit un banc de calcaire finement crinoïdique et oolithique, à nombreux grains de quartz en surface, encadré par des calcaires marneux blanchâtres : *Modiola*, très abondante.

Dans cette partie inférieure, se place aussi un banc formé presque uniquement d'articles d'*Encrines* intacts ou légèrement roulés, associés à de petits galets arrondis (5 mm à 2 cm) de calcaire brun clair; j'en ai vu plusieurs blocs, mais je n'ai pu les retrouver en place.

12. 1 m ou 2 m plus bas, vient un banc de calcaire oolithique compact.

9? Sables blancs ou gris, de plus en plus grossiers vers la base. . . 15 m environ.

Argiles vertes ou grises visibles sur 6 m.

Enfin, 7 m à 8 m plus bas, l'Arconce coule dans des arkoses très compactes. Ces arkoses sont triasiques ainsi que, probablement, les argiles superposées; j'attribuerai traditionnellement les grès au Rhétien (9?). L'Hettangien est formé de la série des bancs calcaires; la présence d'un *Alsatites* en (17) montre que seules les deux zones à *P. planorbe* et *A. laqueus* affleurent (4 m environ); la zone supérieure à *S. angulata* n'a pu être caractérisée, elle aurait au maximum 2 m d'épaisseur.

L'Hettangien affleure également en face de la gare de Saint-Julien-Changy, à l'état de calcaire gris clair, légèrement marneux, à petits grains de quartz, *Cardinia* sp., associé à des calcaires gris-brun assez cristallins, à *Cardinies* et petits Gastéropodes, *Neritopsis archiaci* DUM.

A Châtel-Vilain (744,45 × 164,15), sous les premiers bancs de calcaire à Gryphées, on voit un calcaire gris, très compact, perforé à sa surface supérieure; il contient quelques grains de quartz et une petite faune à test de calcite : *Cardinia* sp., *Neritopsis archiaci* DUM. (3 ex.), *Araucocœnia sinemuriensis* de FROM., *Pentacrinus* sp. Je considère ce banc comme hettangien, peut-être même s'agit-il d'Hettangien moyen.

Au N de Charolles, aux Apports près de Martigny-le-Comte, on a exploité autrefois des minerais de fer oolithique, prolongement vers le S ou vers l'W de ceux de Nolay et de Mazenay ou du Mâconnais ¹.

II. **La Chapelle-sous-Dun, Saint-Laurent-en-Brionnais.** — A l'W de la Chapelle-sous-Dun, au lieu dit les Moquets (750,3 × 142,6), sur la rive

¹ MANÈS, 1847, pp. 136-137; CAYEUX, 1922, p. 33; légende de la Carte Géologique au 1/80.000^e, feuille de Charolles.

droite du Sornin, une falaise naturelle montre une bonne coupe de l'Hettangien : de haut en bas :

21 ? Calcaire gris-bleu un peu marneux, à grains de quartz inégalement répartis et de taille très variable; certains ont 1 cm : 0,80 m.

Coroniceras sp., petite taille.

Gryphæa sp., à la partie supérieure, peu nombreuses.

Cardinia pl. sp., en section.

Zygopleura sp., moule interne.

19 b. Calcaire gréseux à très nombreux grains de quartz : 0,20 m.

Cardinia sp., grande taille.

Ostrea sp. fixées.

Zygopleura sp., moule interne.

19 a. Calcaire un peu marneux, gris clair, à grain fin; grains de quartz peu nombreux dans la partie moyenne, plus nombreux à la base 1 m.

A 0,20 m du sommet :

* *Schlotheimia angulata* SCHLOTH. : QUENST. Ceph., pl. 4, fig. 2 cd.

Mya sp.

18 b. Grès ferrugineux un peu arkosique 0,30 m.

18 a. Calcaire gris clair, plus ou moins gréseux et marnes noires ligniteuses :

. 0,70 m.

Schlotheimia? sp., fragment.

Bourguetia deshayesiana TERQ.

Isocyprina sp.

----- surface irrégulière, perforée.

17 ? Calcaire gris-brun, très fin, à grains de quartz et nombreux graviers arrondis de calcaire brun-ocre et de calcaire noir, avec *Cardinia* sp. à test de calcite, *Pentacrinus* sp., passant à la base, à des calcaires gris foncé, schisteux, finement quartzueux visible sur 1 m.

Le banc (21 ?) appartient probablement au Sinémurien ; les calcaires marneux à grains de quartz (19, 18) sont de la zone *S. angulata* de l'Hettangien supérieur ; la couche (17) peut représenter l'Hettangien moyen.

Je rapporte également à l'Hettangien une alternance (2 m) de bancs de grès et de calcaire blanc jaunâtre, à grain fin, contenant de petits grains de quartz, ainsi que des bancs de grès arkosiques durs, sous-jacents, avec quelques sections de fossiles (1 m) qu'on voit à la Beute (747,5 × 141,3), au S de Saint-Laurent-en-Brionnais, sous des calcaires gris plus cristallins à oolithés et débris ferrugineux du Sinémurien supérieur.

A l'W et au SW du bourg de Saint-Laurent, aux environs de la ferme des Monts, le long de la nouvelle route de Vauban ¹, affluent des calcaires un peu marneux, gris clair, à très nombreux grains de quartz; les bancs sont souvent perforés et por-

¹ Cette route n'est pas portée sur la carte au 1/80.000^e; elle contourne par le SW et le S la ferme des Monts et franchit le ruisseau en 747 × 142,03.

tent des Huîtres fixées. A l'E du ruisseau des Monts, sur la même route (747 × 142) des calcaires analogues passant à de véritables grès m'ont donné : *Chlamys valoniensis* DEF., *Ostrea sublamellosa* DUNK., *Pentacrinus pylonoti*? QUENST. et de petits Gastéropodes. Je considère toutes ces couches comme hettangiennes, la présence de *Chlamys valoniensis* dans les dernières indique vraisemblablement la zone inférieure à *P. planorbe*.

Dans les sondages de la Boudure et du Cerne, j'attribue au même étage :

(19-15). Des calcaires gris clair, à grain fin, et des calcaires gris-bleu plus compacts alternant avec des bancs de grès plus grossiers.

. (La Boudure 179 m à 184 m; Le Cerne 154,70 m à 160 m).

Au Cerne, à divers niveaux, des débris de végétaux lignifiés ont été rencontrés.

En dessous (14-10) : des grès blancs calcaires, grossiers, passant à des grès arkosiques qui renferment à plusieurs niveaux des lumachelles de Cardinies et d'autres Lamellibranches : . . . (La Boudure 184,30 m à 187,50 m; Le Cerne 160 m à 163 m).

Le Rhétien pourrait comprendre des grès blancs arkosiques à peine cimentés (Le Cerne 162,80 m à 164,40 m; La Boudure ?), ainsi que peut-être les grès siliceux plus ou moins durs inférieurs, jusqu'aux marnes vertes et rouges qui indiquent sûrement le Trias à 167,80 m au Cerne et vers 190 m à La Boudure.

Enfin au N de Châteauneuf-sur-Sornin, à l'W du Sornin et de la voie ferrée, au lieu dit Papillon (748,05 × 138,25), sous les calcaires du Sinémurien supérieur à *Amioceras* et nombreuses Cardinies, l'Hettangien est représenté probablement par :

19. Calcaires gris clair à quelques grains de quartz, du même type que le banc (19) des Moquets; ils renferment *Mactromya liasina* AGASS. 2,30 m.

17. En-dessous : grès grossier à graviers de calcaire jaune-ocre et niveaux de lumachelles de Cardinies et autres Lamellibranches 2 m.

III. *Saint-Bonnet-de-Cray*. — A 600 m au NW de l'église de Saint-Bonnet-de-Cray, M. Thorat (1927, pp. 9-12; 1929) avait cité, d'après les déterminations de P. de Brun, une faune sinémurienne à laquelle étaient associées quelques formes hettangiennes. Parmi les échantillons que M. Thorat a bien voulu me confier, il n'y avait aucun *Caloceras* ou *Psiloceras* bien caractérisé, mais seulement des formes du groupe des *Echioceras*. Les fossiles phosphatés, dans un calcaire assez détritique, légèrement glauconieux, ont exactement le faciès du Lotharingien supérieur du Brionnais.

IV. *Au Sud du Sornin*. — A Maizilly, dans un ravin en dessous de la route de Saint-Denis-de-Cabanne (746,9 × 132,4), sous les calcaires lotharingiens, on voit sur 2 m, avec un pendage NW à peu près aussi fort que la pente du ravin, des grès brun violacé assez grossiers, à stratification entrecroisée, au milieu desquels s'intercalent quelques bancs de calcaire gris clair à petits grains de quartz, contenant une petite faune de Gastéropodes; dans les grès on note quelques Cardinies et des surfaces couvertes d'Huîtres. On est tenté de rapporter ces bancs à l'Hettangien, en raison de la ressemblance des roches avec celles de la région de La Chapelle et de Saint-Laurent, mais on pourrait aussi bien en faire du Sinémurien.

La même incertitude subsiste pour l'âge des calcaires gréseux et des grès que l'on voit dans les deux lambeaux liasiques les plus méridionaux, à Boyer, sous la Madone (744,95 × 123,95), et au S de Coutouvre (744,2 × 122,65); ils sont surmontés par les calcaires lotharingiens à *Asteroceras*. En l'absence de faune caractéristique, il est difficile de dire s'ils sont hettangiens ou sinémuriens.

En résumé. — L'Hettangien du **Charolais** a environ 5 m d'épaisseur; il est formé, à la partie inférieure (zone à *P. planorbe* ?) de calcaires marneux assez durs contenant quelques grains de quartz, et, à la partie supérieure (horizon à *A. laqueus* ?), par des calcaires compacts à Polypiers et Gastéropodes. L'âge de ces couches n'est pas très assuré; un *Alsatites* sp. a été trouvé à peu près au niveau des calcaires compacts. La zone à *S. angulata* pourrait manquer, au moins localement (Châtel-Vilain).

En **Brionnais** la série, un peu plus épaisse et plus détritique (8 m), comprend, à la partie inférieure, des grès tendres assez grossiers à lits de Cardinies et *Chlamys valoniensis* DEFR.; à la partie supérieure, des calcaires gris clair légèrement marneux, à petits grains de quartz disséminés ou accumulés en bancs de grès; aux Moquets (La Chapelle-sous-Dun) ils sont datés par *Schlotheimia angulata* SCHLOTH.

Au S du Sornin, on pourrait rapporter à cet étage des calcaires gris clair, souvent très gréseux, qui ont le même faciès que celui des Moquets.

Dans toute la région, les sables blancs et les grès blancs sans fossiles de la base pourraient être considérés comme rhétiens.

SINÉMURIEN et LOTHARINGIEN

Ces deux étages sont formés comme partout de calcaire à Gryphées, qui est largement exploité en de nombreux points, et affleure souvent, car il forme des bancs durs, dégagés dans la topographie.

I. Clessy. — Au NW du Charolais, le dernier affleurement liasique, proche de la vallée de l'Arroux, celui de Clessy, nous donne une coupe (734,1 × 175,15) à peu près complète du calcaire à Gryphées; de haut en bas :

33-36. Marnes et calcaire marneux à Bélemnites du Pliensbachien . . . 1,50 m.

29-27. Calcaire jaune compact, à débris 1,15 m.

Partie supérieure, riche en nodules phosphatés et en petits grains de glauconie; certains fossiles sont remplis de calcite sidérosique brun foncé (29-28) :

Deroceras sp.

Oxynticeras sp.

Euechioceras aff. *nobile* TRUEM. et W. : BUCKM. T. A., pl. 482, costulation plus espacée, croissance plus rapide.

Partie inférieure (27) :

Oxynoticeras sp.

Belemnites (*Hastites*) cf. *araris* DUM.

Zeilleria cor LMK., fréquente.

26-25 c. Calcaire gris ou jaune, plus cristallin, en bancs épais avec *Gryphaea cymbium* LMK.

Au sommet (26) : Bryozoaires.

- * *Bifericeras* cf. *curvicosta* QUENST. Am., pl. 24, fig. 22, tubercules à peine marquées, abondant.

Dans la moitié inférieure (25 c) :

Asteroceras saltriense PARONA, 1896, pl. 8, fig. 2.

* *Asteroceras* cf. *stellare* SOW.

Asteroceras aff. *obtusum* SOW.

Zeilleria cor LMK.

Spiriferina walcotti SOW.

25 b. Banc de calcaire marneux feuilleté : 0,10 m.

Arnioceras sp.

Eophioceras ou *Echioceras*? sp., petite taille.

Zeilleria sp. du groupe de *Z. cor* LMK.

25 a. Calcaire gris ou jaune, assez cristallin : 2,50 m.

Microderoceras cf. *locardi* DUM. L. inf., pl. 26, fig. 1-2, tubercules plus externes et moins marqués.

Asteroceras sp.

Coroniceras sp.

24-23. Calcaire gris ou jaune, assez cristallin, à Gryphées arquées. 1,50 m.

Dans les 50 cm supérieurs, gros *Coroniceras* dans l'ordre suivant de haut en bas :

Coroniceras sp. du groupe de *C. multicostatum* SOW.

Paracorniceras gmuendense OPP.

Euagassicerias? aff. *sauzeanum* D'ORB. : cf. DUM. L. inf., pl. 24, fig. 1-2, taille double, côtes plus nombreuses.

Vers le même niveau également : *Arnioceras* sp. du groupe de *A. arnouldi* DUM.

22. Calcaire du même type à très nombreuses Gryphées arquées 1,50 m.

Vers le haut :

Coroniceras? sp. cf. *Am. bonnardi* REYNÈS Mon., pl. 29, fig. 7-8, non D'ORB., tours plus élevés, section moins rectangulaire au bord externe.

Dans la moitié inférieure, nombreux gros *Coroniceras* :

Coroniceras cf. *bucklandi* SOW.

Coroniceras cf. *bisulcatum* BRUG.

Arnioceras sp.

Cette carrière nous montre 3,50 m de Sinémurien comprenant les zones à *C. bucklandi* et à *A. semicostatum* ; seule la zone inférieure à *C. rotiforme* n'est pas visible. Le Lotharingien est plus épais (6 m) avec la zone à *A. obtusum* très développée ; le niveau à *Bifericeras* (26) et les calcaires superposés

appartiennent à la zone à *O. oxynotum* ; enfin les calcaires à nodules phosphatés du sommet (28-29) représentent la zone supérieure à *E. raricostatum*.

II. De Paray-le-Monial à Charolles. — Dans la vallée de la Bourbince, plusieurs carrières sont ouvertes dans le calcaire à Gryphées : Gênelard, Le Thiélay près de Palinges, Saint-Aubin, Cypierre.

Entre la Bourbince et l'Arceonne une carrière abandonnée près de **Tortecelle** au N de la route nationale 79 (743,85 × 162,3), présente un faciès remarquable du sommet du Lotharingien. Au-dessus des calcaires compacts, assez cristallins, de la zone à *O. oxynotum* (un *Bifericeras* a été recueilli à 0,20 m du sommet), vient un banc de 15 cm de calcaire jaune blanchâtre, assez poreux, glauconieux, probablement phosphaté, dont la surface supérieure est très irrégulière. Il renferme de nombreuses Ammonites phosphatées souvent incomplètes ou brisées, recouvertes d'une patine noire et très encroûtées d'oxyde de fer :

Echioceras (*Leptechioceras*) cf. *nodotianum* D'ORB. : REYNÈS Mon., pl. 50, fig. 3.

Echioceras (*Euechioceras*) sp. cf. *Am. nodotianum* REYNÈS Mon., pl. 50, fig. 4-5, non D'ORB., côtes plus marquées, trois carènes externes également hautes.

Echioceras (*Euechioceras*) *bohemi* HUG, 1899, pl. 12, fig. 8.

Echioceras (*Metechioceras*) *aplanatum* HYATT : BUCKM. T. A., pl. 640.

Echioceras (*Paltechioceras*) cf. *dignatum* TRUEM. et W., côtes plus nombreuses.

Echioceras raricostatoides VADASZ.

Deroceras cf. *armatum* SOW. : WRIGHT, pl. 28, fig. 1-2, tubercules plus externes, section plus rectangulaire ¹.

Deroceras miles SIMPS. : BUCKM. T. A., pl. 44, plus épais.

Deroceras cf. *subtriangulare*? Y. et B. : BUCKM. T. A., pl. 71 A, fragment.

Nautilus intermedius SOW.

Gryphæa cymbium LMK.

Cardinia gigantea QUENST.

Cardinia sp. du groupe de *C. concinna* SOW.

Zeilleria cornuta SOW.

Ces formes appartiennent aux différents horizons de la zone à *E. raricostatum* : *E. raricostatum* P. *nodotianum*, *Euechioceras*, *Epideroceras* *D. armatum* et se trouvent ici juxtaposées par suite de remaniements, probablement sous-marins.

A 3 km, au SW, la carrière d'**Hautefond** (741,55 × 160,5) montre par contre une disposition normale des couches ; de haut en bas :

¹ J'ai cité par erreur (1942) cette forme comme *Apoderoceras ferox* S. BUCKM., de nouveaux échantillons montrent qu'il s'agit en réalité de *Deroceras* du groupe de *D. armatum* SOW.

29-28. Calcaire en plaquettes, glauconieux, à fossiles phosphatés ou en calcite sidé-
rosique brune : 0,20 m.

Echioceras (*Euechioceras*) cf. *angustilobatum* TRUEM. et W. : BUCKM. T. A.,
pl. 697, cloison différente.

Echioceras (*Euechioceras*) *insigne* TRUEM. et W., pl. 3, fig. 3 et nombreux
fragments d'*Euechioceras*.

Oxynoticeras sp. du groupe de *O. guibali* D'ORB.

Deroceras sp.

27. Calcaire plus compact 0,60 m.

26 b-26 a. Calcaire assez cristallin, à nombreux *Bifericeras* : 0,50 m.

Oxynoticeras sp.

* *Bifericeras quadricosta* QUENST. Am., pl. 24, fig. 21.

* *Bifericeras* aff. *annulosum* QUENST. Am., pl. 22, fig. 16, côtes sensiblement
plus serrées.

* *Bifericeras* aff. *curvicosta* QUENST. Am., pl. 24, fig. 22, côtes plus droites
sur les flancs.

26 a. Calcaire à nombreux débris, petites *Rhynchonelles* abondantes :

. 0,10 m à 0,15 m

* *Rhynchonella deffneri* OPP

* *Rhynchonella furcillata* THEOD.

* *Rhynchonella* aff. *curviceps* QUENST.

* *Terebratula sinemuriensis* QUENST.

Zeilleria numismalis LMK.

Zeilleria cor LMK.

25 b. Calcaire rosé, à grain plus fin, surface supérieure bosselée et contenant de
très nombreuses * *Terebratula ovatissima* QUENST. 0,40 m.

25 a. Calcaire jaune, cristallin, à nombreux débris d'Echinodermes passant à la
partie supérieure à un véritable « calcaire à Entroques » : 4 m à 5 m.

Asteroceras stellare Sow. (à 2 m du sommet).

Zeilleria aff. *cor*. LMK.

Terebratula ovatissima QUENST.

Spiriferina walcotti Sow., *Sp. tumida* v. BUCH.

Bryozoaires.

Polypiers.

Nous avons donc toujours une zone à *A. obtusum* épaisse (25 b) ; la zone
à *O. oxynotum* aurait 1 m à 1,50 m ; les *Bifericeras* constituent un bon
niveau repère ; la zone supérieure à *E. rivicostatum* est toujours réduite,
mais les fossiles ne sont pas remaniés.

III. *Environs de Charolles*. — A l'E de Charolles, le long de la voie ferrée
de Mâcon, les calcaires à Gryphées affleurent dans plusieurs compartiments tectoni-
ques séparés par des failles. J'ai recueilli à leur base, vers 751,2 × 151, *Coroniceras*
rotiforme Sow. (WÄHNER, pl. 50, fig. 1 a-d). La grande carrière de Collonges, sur
la commune de Vandenesse-les-Charolles (751,45 × 151,05), montre le Sinémurien et
le Lotharingien à peu près complets ; au-dessus, les affleurements du Pliensbachien
et du Domérien sont mauvais.

Dans la même commune, à Bierre, la carrière de M. André Bonnet exploite le Lotharingien. La partie supérieure de cet étage est formée là d'un banc épais de 75 cm d'un calcaire très compact, glauconieux, gris-bleu quand il est frais, qui devient, par altération, brun foncé et assez fragile.

Les fossiles y ont leurs tours externes phosphatés et leurs tours internes généralement en calcite; plus tendres que leur gangue, ils sont difficiles à dégager.

A la base et dans le banc inférieur, on note *Echioceras* cf. *crassicosta* TRUEM. et W. et d'autres *Echioceras* du groupe de *E. raricostatum* ZIET.

Dans la moitié supérieure on recueille :

Deroceras armatum Sow. : WRIGHT, pl. 28, fig. 1-2, ombilic plus ouvert.

Epideroceras cf. *lorioli* HUG, 1899, pl. 8, fig. 1, côtes plus fortes.

Echioceras (*Leptechioceras*) *hugi* S. BUCKM. = *A. meigeni* HUG, 1899, pl. 11, fig. 2 et nombreuses formes voisines du groupe de *E. nodotianum*.

Echioceras (*Euechioceras*) sp. voisin de *E. angustilobatum* TRUEM. et W. :

BUCKM. T. A., pl. 697 et de *E. oosteri* DUM. L. inf., pl. 30, fig. 3-4.

Oxynticeras pl. sp. du groupe de *O. guibali* D'ORB.

etc...

C'est la même faune qu'à Tortecelle, mais ici elle n'est pas remaniée.

Le Lotharingien affleure encore largement à la sortie NE de Viry, aux environs du cimetière (753,6 × 156) et au S de Charolles, le long de la route de Changy à Saint-Julien vers 747,2 × 156,9, où dans les abreuvoirs et les murs j'ai récolté, en dehors des formes déjà citées :

Epophioceras sp. aff. *landrioti* D'ORB. Types Prod., pl. 17, fig. 4-5, côtes deux fois plus nombreuses, 20 par demi-tour à 18 cm de diamètre.

Egasteroceras simile SPATH : WRIGHT, pl. 52, fig. 1-2, côtes plus radiales.

Deroceras? ou *Microderoceras*? sp. apparenté à *Am. rasinodus* QUENST. Am., pl. 24, fig. 26, côtes plus fines et plus infléchies en avant, tours internes non conservés.

IV. Saint-Laurent-en-Brionnais. Entre la Clayette et Saint-Christophe-en-Brionnais, à Saint-Laurent-en-Brionnais, par exemple, le Lotharingien est complet et assez épais, le Sinémurien plus réduit : seule sa partie supérieure est bien caractérisée par sa faune ; en dessous viennent des calcaires à grains de quartz qui représentent sans doute le Sinémurien moyen (?) et l'Hettangien.

Les sondages de Saint-Laurent-en-Brionnais ont traversé de 6 m à 7 m de Lotharingien ¹ : de haut en bas :

Calcaire gris clair à débris cristallins, dans un ciment marneux ; glauconie et pyrite abondantes, poussière quartzeuse (10 μ à 30 μ), nodules et fossiles phosphatés fréquents à la partie supérieure.

¹ La base des calcaires à oolites ferrugineuses peu fossilifères (30) (La Boudure 168,50 m à 169,25 m, Le Cerne 143,40 m à 144 m), pourrait appartenir au sommet du Lotharingien.

28 c. Au sommet, la faune est constituée surtout par des Brachiopodes :

0,50 m (144,15 m-144,65 m Le Cerne).

Belemnites acutus MILL.

Spiriferina betacalcis QUENST.

Spiriferina verrucosa v. BUCH.

Rhynchonella deffneri OPP.

Rhynchonella furcillata THEOD., jeune.

Rhynchonella aff. *calicicosta* QUENST.

Gryphæa cymbium LMK.

28 b. Un peu plus bas (Le Cerne 144,75 m) :

Echioceras (Paltechioceras) cf. *elicium* S. BUCKM. T. A., pl. 483, sillons bordant la carène à peine marqués.

Echioceras cf. *carusense* D'ORB.

28 a. (Le Cerne 145,40 m à 145,60 m; La Boudure 170 m) :

Echioceras viticola DUM. L. inf., pl. 31, fig. 12.

Echioceras prorsum S. BUCKM. : DUM. L. inf., pl. 31, fig. 9.

Echioceras cf. *vellicatum*? DUM.

Echioceras raricostatoides VADASZ.

Rhynchonella sp. du groupe de *R. deffneri* OPP., abondante.

27-25. Le Lotharingien inférieur et moyen est plus cristallin et assez spathique.

4 m à 5 m (La Boudure 171 m à 176 m, Le Cerne 146-151 m).

Asteroceras sp., fragments.

Gryphæa cymbium LMK.

Le Sinémurien supérieur (24-23) est formé toujours de calcaire cristallin très spathique, véritable calcaire à Entroques, gris clair; il contient à divers niveaux des débris hématisés et de petites oolithes ferrugineuses :

environ 3 m (La Boudure 176 m-178,75 m, Le Cerne 151 m-154 m).

Arnioceras miserabile QUENST.

Arnioceras pl. sp.

Coroniceras cf. *multicostatum* SOW.

Euagassicerias sauzeanum D'ORB.

Gryphæa arcuata LMK.

Spiriferina walcotti SOW.

Le Sinémurien inférieur (?) et moyen est représenté probablement par quelques bancs de calcaire à grains de quartz (Le Cerne 154 m-154,70 m) :

Gryphæa arcuata LMK., *Cardinia* sp.

Le rapport sur le creusement du puits de mine note à 65,25 m et 65,50 m deux bancs de grès gris-noir à éléments grossiers avec *Ammonites bucklandi*; je n'ai malheureusement pas retrouvé cette pièce dont la détermination serait certainement à vérifier, le rapport ayant été rédigé en partie sur les données du maître mineur.

Au S de Saint-Laurent-en-Brionnais, près de la ferme de la Beute (747,55 × 141,3), au-dessus des grès et calcaire gréseux de l'Hettangien

déjà mentionnés, on voit 1,50 m à 2 m de calcaire gris assez cristallin, à Gryphées arquées abondantes, du Sinémurien supérieur :

A 0,90 m au-dessus de la base : *Coroniceras falsani* DUM., fragment typique;

A 0,80 m au-dessus de la base : *Coroniceras? gaudryi* REYNÈS Mon., pl. 22, fig. 4-5 et d'autres gros *Coroniceras*;

A 0,50 m environ : * *Paracorniceras gmuendense* OPP., fragment de grande taille : REYNÈS Mon., pl. 16, fig. 1-2 :

Paracorniceras gmuendense OPP. : SCHMIDT, pl. 2, fig. 4.

Arnioceras sp., *Cardinia* sp.

Les décimètres inférieurs sont formés de calcaire blanc ou légèrement ocre à nombreux grains de quartz, graviers de calcaire roulés et petits débris hématisés ou oolithes ferrugineuses :

Cardinia hybrida Sow. et d'autres *Cardinia* très roulées et usées.

Zygopleura verrucosa TERQ., forme peu ornée.

Promathildia aff. *terebralis* COSSM. et autres petits Gastéropodes.

Au-dessus de ce point, le chemin montant sur le plateau, vers Corson, coupe les bancs du Lotharingien sur 5 m à 6 m : *Gryphæa cymbium* LMK. *Zeilleria cor* LMK. A la base : *Microderoceras* cf. *birchi* Sow. (section circulaire); 2 m plus haut : *Arnioceras speciosum* FUCINI Cetona, pl. 23, fig. 2-3.

Une carrière sur l'autre versant du ruisseau des Monts, vers 747,45 × 141,2, montre 5 m de Lotharingien avec, à la base, un *Deroceras* du groupe de *D. birchi* Sow. et, 2 m plus haut, *Epophioceras landrioti* D'ORB.

Une coupe comparable à celle de la Beute se voit au N de Châteauneuf-sur-Sornin, à Papillon (748,05 × 138,25). Au-dessus de calcaires gris clair, à grains de quartz, probablement hettangiens, reposent des calcaires cristallins gris clair ou bleuté à nombreuses *Cardinies*, qui appartiennent au Sinémurien supérieur comme le montre leur faune :

Pararnioceras sp. = *Am. bisulcatus* WRIGHT, pl. 4, fig. 1.

Arnioceras sp. = *A. ceras* HYATT, pl. 2, fig. 20, non QUENST.

Arnioceras sp. du groupe de *A. geometricum* OPP., à côtes très droites, mais bord externe nettement tricaréné.

Le niveau de calcaire sinémurien supérieur semble très constant dans tous les environs de Saint-Laurent; on l'observe fréquemment dans les carrières ou les blocs des murs avec de nombreuses *Cardinies* et *Ammonites* :

Arnioceras pl. sp. du groupe de *A. semicostatum* Y. et B. ou de *A. geometricum* OPP.

Pararnioceras aff. *alcinoe* REYNÈS Mon., pl. 23, fig. 9-10, côtes plus arquées, nettement tuberculées.

Coroniceras cf. *gaudryi* REYNÈS : HYATT, pl. 6, fig. 14, section plus carrée.

Cardinia gigantea QUENST., *Cardinia insignis* MARTIN ? etc..

Pleurotomaria anglica DEFR.

A Papillon, à 100 m à l'W du Sinémurien, un vieux front de carrière montre 4 m de Lotharingien calcaire, mais la base n'est pas visible; les bancs supérieurs, plus marneux et très pyriteux, m'ont donné :

Echioceras favrei Hug, 1899, pl. 12, fig. 6.

Echioceras cf. *edmundi* Dum.

Echioceras aff. *varicostatum* Ziet., fragment.

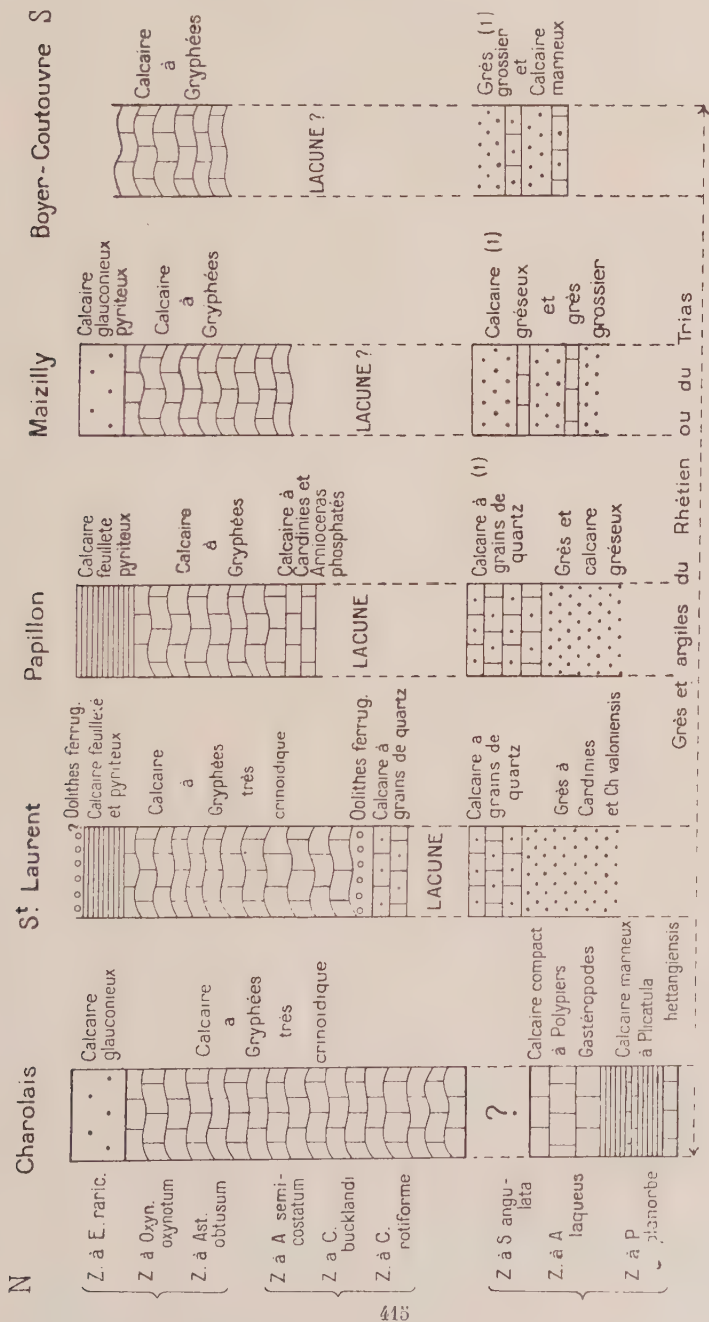
V. Sud du Sornin. — A Maizilly, les calcaires lotharingiens sont exploités sur 4 m à 5 m dans une carrière au S du bourg (747,2 × 132,5). On les voit aussi dans la vieille carrière des Fayards (747,8 × 132,3), où le banc supérieur, brun foncé, assez glauconieux, m'a donné de nombreux *Echioceras* (*Leptechioceras* et *Euechioceras*); il est surmonté de marnes rouges à Bélemnites et d'un calcaire jaune clair à oolithes ferrugineuses à *Uptonia jamesoni*? Sew., fragment (*Pliensbachien*).

Les 2 m inférieurs du Lotharingien affleurent dans un ravin en contre-bas de la route de Maizilly à Saint-Denis-de-Cabanne (746,9 × 132,4) avec *Asteroceras* sp. du groupe de *A. stellare* Sow. en haut et, à la base, *Microderoceras* cf. *birchi* Sow. et *Asteroceras suevicum* QUENST. (Am. pl. 20, fig. 1, plus épais); ils reposent sur 2 m de calcaire gréseux et de grès à rares Cardinies et Gastéropodes, que j'ai rapportés sans preuve décisive à l'Hettangien (cf. p. 344); le niveau fossilifère du Sinémurien supérieur manque ici.

Au S, à Boyer et à Coutouvre, on voit de même le Lotharingien, probablement moins épais, reposer sur des calcaires gréseux et des grès, sans que le Sinémurien puisse être caractérisé.

En résumé (fig. 39) le Sinémurien et le Lotharingien sont largement représentés dans toute la région sous leur faciès banal de calcaire à Gryphées en bancs épais de 15 cm à 30 cm, à surfaces ondulées, séparés par des délits schisteux peu épais. On observe une diminution d'épaisseur des couches du N vers le S; les premières couches bien datées marquent une transgression dans cette même direction. En Charolais, la zone à *C. rotiforme* est connue et la zone à *C. bucklandi* assez fossilifère. En Brionnais (Saint-Laurent et Saint-Christophe) c'est le Sinémurien supérieur (zone à *A. semicosatum*) qui repose sur les calcaires à grains de quartz, au moins en grande partie, de l'Hettangien (la Beute, les Moquets); le Sinémurien moyen s'il existe (la Boudure ?) est très réduit; les nombreuses Cardinies, les fossiles phosphatés, la présence d'assez gros grains de quartz, soulignent le caractère littoral de ce dépôt. A Saint-Laurent même, le Sinémurien supérieur est complet; il débute par les horizons à *Paracoronicerias gmuendense* Orr. et *Euagassicerias sauzeanum* d'ORB.; un peu plus au S, à Papillon, je n'ai pas retrouvé ces deux formes et les premiers bancs fossilifères renferment des *Arnioceras* et des *Pararnioceras* qui paraissent appartenir à un horizon un peu plus élevé (horizon 24 b à *A. miserable*, *A. semicosatum*); ainsi il semble possible de suivre dans le détail les étapes de la transgression de ces premières couches bien fossilifères. Enfin à Maizilly et plus au S, le premier niveau fossilifère est lotharingien; le Sinémurien semble manquer complètement.

A la fin du Lotharingien, dans toute la région, les couches indiquent une sédimentation instable et des dépôts peu profonds. Les calcaires sont par-



354 ETUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
 tout glauconieux, les nodules phosphatés nombreux et l'épaisseur faible.
 En un point, à Tortecelle, entre Paray-le-Monial et Charolles, il y a des
 traces évidentes de remaniements affectant la zone à *Echioceras raricostatum*. A Saint-Laurent un calcaire à oolithes ferrugineuses peu fossilifère
 du Pliensbachien inférieur pourrait débiter dans l'horizon à *D. armatum*.

PLIENSBACHIEN

Cet étage, peu épais, est formé d'une alternance de calcaires marneux
 et de marnes à Bélemnites.

I. **Clessy.** — Le sommet de la carrière de calcaire à Gryphées (734,1 ×
 175,15 ; cf. p. 345) montre de haut en bas :

36. Alternance de marnes et de calcaires marneux tendres : 0,25 m.

Prodactylioceras davœi Sow., à la base

35. Alternance de marnes et de calcaires marneux à nombreuses Bélemnites :
 0,80 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) pl. sp.

Lytoceras fimbriatum? Sow.

Belemnites (*Hastites*) *clavatus* STABL.

Belemnites (*Hastites*) *umbilicatus* BLAINV.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *carinatus* HEHL, etc...

Le banc de calcaire inférieur est très riche en Bélemnites.

33-34. Marnes et calcaires marneux jaune ou rosé : 0,40 m.

Acanthopleuroceras validani D'ORB.

Beaniceras? sp.

Liparoceras? sp.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAINV. et toutes les espèces déjà
 citées au banc (35).

28-29. Calcaire gris à nodules phosphatés, *Deroceras*, *Euechioceras* (Lotharingien).

La zone à *U. jamesoni* manque ; les 2 zones à *T. ibex* et *P. davœi* sont
 présentes mais leur puissance est faible, la première, très peu épaisse,
 pourrait être incomplète à la base.

II. **Tortecelle.** — Au-dessus de la couche lotharingienne remaniée, décrite
 p. 347, le Pliensbachien, très réduit, comprend seulement de haut en bas :

38. Marnes argileuses à *Amaltheus margaritatus* MONTF. 1 m.

36 b. Calcaire marneux gris, à grain fin, dendrites de manganèse : . . 0,10 m.

Prodactylioceras davœi Sow.

Ægoceras (*Androgynoceras*) sp.

36 a. Marnes verdâtres avec petites Bélemnites peu nombreuses . . . 0,06 m.

35 b. Calcaire marneux compact à grain fin, Bélemnites peu nombreuses :

0,10 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) sp.

35 a. Marnes verdâtres à traînées noires; les Ammonites à l'état de moules phosphatés sont plus ou moins rongées et ont une patine noire; concrétions phosphatées; Bélemnites très nombreuses :

0,12 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *latæcosta* Sow.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *hybrida*? D'ORB.

Lytoceras sp. du groupe de *L. fimbriatum* Sow.

Phylloceras sp., fragment.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *carinatus* HEHL.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *apicicurvatus* BLAINV.

Belemnites (*Hastites*) *clavatus* STAHL.

Belemnites (*Hastites*) *clavoides* LISS.

Belemnites (*Hastites*) cf. *araris* DUM.

Belemnites (*Hastites*) *umbilicatus* BLAINV., etc...

----- surface très irrégulière.

29-28. Calcaire phosphaté du Lotharingien supérieur à *Euechioceras* et *Deroceras*, remaniés.

Ici le Pliensbachien a moins de 0,50 m d'épaisseur, il est réduit à la seule zone supérieure à *P. davæi* (36-35) ; peut-être quelques éléments de la zone à *T. ibex* se trouvent remaniés dans la couche de marnes (35 a).

A Hautefond, à 3 km au SW, le Pliensbachien est probablement plus complet, car j'ai ramassé des débris phosphatés d'*Acanthopleuroceras* et de *Beaniceras* (zone à *T. ibex*) et des *Oistoceras* (sommet de la zone à *P. davæi*):

III. **Vandenesse-les-Charolles.** — La carrière de Bierre montre, de haut en bas : (cf. p. 349).

38 b. Calcaire marneux assez dur, *Amaltheus margaritatus* MONTF.

38 a. Marne à petites Ammonites pyriteuses (*Onycoceras*?) et calcaire marneux friable. 0,30 m.

37 b. Calcaire marneux, jaune-brun verdâtre, glauconieux et piqué de noir :

Oistoceras figulinum? SIMPS. 0,10 m à 0,08 m.

37 a. Marnes feuilletées à Bélemnites : 0,06 m à 0,10 m.

Lytoceras sp. du groupe de *L. fimbriatum* Sow., grande taille, assez rongé.

36. Calcaire marneux du type de (37 b), fossiles souvent à test de limonite :

0,15 m.

Ægoceras (*Androgynoceras*) *maculatum*? Y. et B.

Prodactylioceras davæi? Sow., fragment.

Liparoceras? sp., fragment.

Avicula (*Oxytoma*) *sinemuriensis* MART.

Belemnites pl. sp.

35 b. Marnes feuilletées 0,03 m à 0,10 m.

35 a. Calcaire marneux du type de (37 b) : 0,18 m.

Ægoceras (Androgynoceras) sp.

34. Alternance de marnes et de calcaires marneux glauconieux, gris verdâtre, à nombreuses Bélemnites : 0,40 m à 0,45 m.

Acanthopleuroceras cf. valdani D'ORB.

Acanthopleuroceras cf. maugenesti D'ORB.

Tragophylloceras ibex? QUENST., assez déformé.

Belemnites (Passaloteuthis) carinatus HEHL in ZIET.

Belemnites (Hastites) clavatus STAHL.

Belemnites umbilicatus BLAINV.

Belemnites (Hastites) cf. araris DUM., etc..

33 ♀ Marnes et calcaire marneux, très tendre, avec quelques Bélemnites. 0,60 m.

29-28. Calcaire compact, glauconieux, à nodules phosphatés du Lotharingien.

Nous avons donc ici les 2 zones supérieures (à *T. ibex* et à *P. davœi*) du Lotharingien, bien représentées ; on notera la présence de glauconie ; la zone à *U. jamesoni* manque.

IV. **Brionnais.** — Les sondages de Saint-Laurent-en-Brionnais nous donnent un Pliensbachien un peu plus épais et complet : de haut en bas :

37-35. Calcaire gris clair, un peu marneux, glauconieux, à très fine poussière de quartz : La Boudure 166,15 m à 168,20 m.

Prodactylioceras davœi Sow., abondant à La Boudure de 166,40 m à 166,60 m ; au Cerne « vers 142,60 m ».

Ægoceras (Androgynoceras) maculatum Y. et B. et autres *Ægoceras* écrasés.
Oistoceras angulatum QUENST.

Belemnites (Hastites) clavatus STAHL et autres Bélemnites.

34. Calcaire gris clair, compact, à fins débris cristallins :

. Le Cerne 142,50 m ? à 142,60 m ?

Belemnites sp. du groupe de *B. luridum* SIMPS.

Liparoceras sp., écrasé.

Belemnites (Passaloteuthis) carinatus HEHL in ZIETEN et autres Bélemnites.

33. Calcaire de même type avec nombreux débris noirs ; nodules phosphatés abondants : Le Cerne 142,60 m ? à 142,80 m.

Acanthopleuroceras cf. maugenesti D'ORB. : QUENST Am., pl. 35, fig. 11.

Acanthopleuroceras stahli OPP., 1853, pl. 3, fig. 2.

Lytoceras sp., abondants.

Belemnites (Hastites) clavatus STAHL et nombreuses autres petites Bélemnites.

32 ♀ Calcaire plus cristallin, avec quelques débris d'Entroques.

. Le Cerne vers 142,90 m.

31. Calcaire marneux, gris, assez foncé, finement glauconieux et quartzueux, à aspect assez détritique, petites pseudoolithes recristallisées.

. La Boudure 168,20 m à 168,50 m.

. Le Cerne 142,90 m à 143,40 m.

Uptonia sp. du groupe de *U. jamesoni* Sow., à test noir, pyriteux, un peu pulvérulent.

Belemnites sp.

30. Calcaire gris clair, un peu marneux à petites oolithes ferrugineuses; à la partie supérieure elles sont recristallisées; fossiles rares :

..... La Boudure 168,50 m à 169,25 m.
 Le Cerne 143,40 m à 144 m.

Belemnites sp., petite taille.

Rhynchonella aff. *calcicosta* QUENST.

Ammonites sp., grande taille, fragment indéterminable.

Les couches (37-35) appartiennent à la zone à *P. davæi*; (34-32) à la zone à *T. ibex*; l'horizon à *Tropidoceras* (32 ?) n'a pas donné de fossiles; les couches (31) sont de la zone à *U. jamesoni*; les calcaires à oolithes ferrugineuses représenteraient la base de cette zone et peut-être aussi le sommet du Lotharingien (horizon à *D. armatum*).

A **Papillon** (748,05 × 138,25), on retrouve un Pliensbachien de même type, épais de 2,50 m à 3 m; il débute par des marnes feuilletées à Bélemnites, à rares oolithes ferrugineuses; au-dessus viennent des calcaires marneux gris clair, à *Acanthopleuroceras* cf. *valdani* D'ORB. *A. maugenesti* D'ORB. et nombreuses formes voisines; au sommet, des calcaires marneux plus compacts alternent avec des marnes: *Prodactylioceras davæi* Sow. et nombreux *Egoceras* (*Androgynoceras*). La zone à *U. jamesoni* semble manquer ici.

V. Sud du Sornin. — Au S de Maizilly, dans le talus de la route de Saint-Denis-de-Cabanne, à un grand virage (746,9 × 132,35), l'étage est de nouveau très réduit; de haut en bas :

38. Marnes gris clair et calcaire blanchâtre à *Amaltheus margaritatus* MONTF.

..... environ 1 m.

37-35. Marnes et deux bancs de calcaire marneux gris : . . . 0,40 m. à 0,50 m.

Belemnites pl. sp., nombreuses.

Egoceras (*Androgynoceras*) *maculatum*? Y. et B.

Egoceras (*Androgynoceras*) *latæcosta* Sow.

Lytoceras sp.

34. Calcaire marneux gris verdâtre; glauconie et poussière quartzeuse abondantes (30 µ): oolithes ferrugineuses : . . . 0,15 m.

Beudanticeras? ou *Egoceras*?, fragment.

Lytoceras sp.

Belemnites pl. sp.

34 a. Marnes gris-bleu à Bélemnites . . . 0,20 m.

29-28. Calcaire brun foncé, glauconieux, assez cristallin, à fossiles et nodules phosphatés, *Zeilleria* cor LMK., *Rhynchonella* cf. *calcicosta* QUENST (Lotharingien).

Le Pliensbachien a ici moins d'un mètre ; seule la zone supérieure à *P. davæi* est bien représentée ; le premier banc de calcaire marneux, glauconieux, à oolithes ferrugineuses (34) contient des formes trop encroûtées et incomplètes pour pouvoir être sûrement datées. On remarque l'absence probable en ce point de la zone à *U. jamesoni* ; elle existe vraisemblablement à 500 m au SE, à la carrière des Fayards (747,8 × 132,3) et sûrement à l'W, à Pouilly-sous-Charlieu (738,3 × 128,8), à l'état de calcaire marneux brun clair ou rose à oolithes ferrugineuses.

Enfin au S de Coutouvre (744,2 × 122,3), au sommet de la grande carrière de calcaire à Gryphées, le Pliensbachien est toujours peu épais avec un pendage W d'environ 15° :

60 cm environ de calcaire marneux, rouge ou rose, alternent avec des marnes violacées ; le calcaire, surtout celui du banc inférieur, contient de nombreuses oolithes ferrugineuses ; nous retrouvons ici un faciès de Lias rouge à Bélemnites qui rappelle celui du Mont d'Or lyonnais :

Lytoceras fimbrialum Sow., très abondant.

Egoceras (*Androgynoceras*) pl. sp.

Phylloceras du groupe de *P. loscombi* Sow.

Un fragment écrasé et très incomplet pourrait être rapporté à *Uptonia jamesoni* Sow. On aurait ainsi des fossiles appartenant à la zone inférieure et surtout à la zone supérieure à *P. davæi*.

En résumé (tabl. B), le Pliensbachien est toujours peu épais et calcaréo-marneux. Au N, en Charolais, la zone inférieure à *U. jamesoni* n'a pas été rencontrée ; l'épaisseur normale de l'étage est d'environ 2 m, mais à Torte-celle il se réduit à la zone supérieure à *P. davæi*, épaisse de 0,40 m ; nous avons déjà noté en ce point des phénomènes de remaniement au sommet du Lotharingien.

En Brionnais, dans la région de Saint-Laurent, l'étage épais de 3 m à 3,50 m, me semble complet ; il débute par un niveau à oolithes ferrugineuses qu'on peut mettre en relation avec les lacunes des régions voisines. En effet la zone à *U. jamesoni* qui manque au N, fait défaut aussi, localement, d'une façon très irrégulière, au S. Je n'ai pu la retrouver à Papillon, mais elle existe à Pouilly-sous-Charlieu et à Maizilly dans la carrière des Fayards (?) ; au contraire, au S de Maizilly, sur la route de Saint-Denis-de-Cabanne, le Pliensbachien est réduit à la zone à *P. davæi* et peut-être au sommet de la zone à *T. iber.* A Coutouvre, on retrouve le faciès du Lias rouge à Bélemnites peu épais du Mont d'Or lyonnais ; mais la zone à *U. jamesoni* est probablement présente.

Dans toute la région la glauconie est fréquente ; la zone à *U. jamesoni*, quand elle existe, prend généralement le faciès de calcaire à oolithes ferrugineuses, d'autres niveaux peuvent prendre ce même faciès (Maizilly Sud, Coutouvre).

TABLEAU B : PLIENSBACHIEN DU CHAROLAIS ET DU BRIONNAIS

Zone	CLESSY	TORTE-CELLE	HAUTE-FOND	VANDENESSE-LES-CHAROLLES	SAINT-LAURENT-EN-BRIONNAIS	PAPILLON	MAIZILLY (Sud)	MAIZILLY (Les Fayards) et POUILLY-SOUS-CHARLIEU	COU-TOUVRE
Zone à <i>P. davez</i>	Marnes et calcaire marneux à Bélemnites 1,15 m	Marnes et calc. marn. glauconieux à Bélemnites 0,40 m	fossiles phosphatés	Marnes et calc. marneux, glauconieux à Bélemnites 0,60 m	Calcaire gris feuilleté, glauconieux à Bélemnites 2 m	Marnes et calcaire marneux glauconieux à Bélemnites 3,50 m	Calcaire marneux glauconieux 0,50 m		
Zone à <i>T. ibex</i>	Calcaire marneux rose 0,40 m	LACUNE	fossiles phosphatés	Marnes et calc. marneux glauconieux à Bélemnites 1 m	Calcaire gris feuilleté, glauconieux à Bélemnites 0,50 m	rare oolit. ferr.	? Calcaire glauconieux à oolit. fer. 0,20 m		« Lias rouge à Bélemnites » 0,60 m
Zone à <i>Upt. jamesoni</i>	LACUNE	LACUNE	?	LACUNE	Calcaire gris à Bélemnites 0,50 m Calcaire à oolithes fer. 0,60 m	(LACUNE)?	LACUNE	Calcaire à oolithes ferrugin.	

DOMÉRIEN

Au-dessus des calcaires à Bélemnites, le Lias moyen comprend une épaisse série de marnes argileuses, avec quelques niveaux plus calcaires, couronnée par quelques mètres de calcaire brun-ocre, généralement assez cristallin, qui constitue le Domérien supérieur.

La partie inférieure des marnes, déjà mentionnée au sommet des coupes du Pliensbachien, est fossilifère ; elle contient surtout *Amaltheus margaritatus* MONTF., *Belemnites (Hastites) clavatus* STAHL. ; à Coutouvre, j'ai recueilli aussi *Agassiceras centriglobum* OPP.

J'ai récolté une faune plus importante de l'horizon inférieur du Domérien dans les fossés d'un petit chemin au S de Boyer (commune d'Hautefond) (742,55 × 160,9) :

Amaltheus margaritatus MONTF.

* *Grammoceras* sp. : *G. instabile* MONEST. Dom., pl. 3, fig. 34-40, non REYNÈS.

* « *Harpoceras* » sp.

* *Arietoceras* cf. *apertum* MONEST. Dom., pl. 1, fig. 14-16, ombilic moins ouvert.

* *Arietoceras* sp.

* *Agassiceras centriglobum* OPP.

Belemnites (Hastites) clavatus STAHL.

Rhynchonella scalpellum QUENST.

Tous ces fossiles, sauf les Bélemnites, sont en limonite ; cette faune correspond à la sous-zone a, (*H. isseli* et *H. boscense*) de Monestier (1913, p. 5).

Une faune, toujours en limonite mais un peu plus riche, peut se ramasser dans les talus de la nouvelle route de Saint-Denis-de-Cabanne à Maizilly vers 746,8-9 × 132,4-6 :

Amaltheus margaritatus MONTF.

Grammoceras serrense MONEST. Dom., pl. 4, fig. 35.

Grammoceras sp. = *G. affricense* MONEST. Dom., pl. 3, fig. 23-25, non REYNÈS.

Grammoceras sp. = *G. instabile* MONEST. Dom., pl. 3, fig. 34-40, non REYNÈS.

Arietoceras sp. = *nitescens* MONEST. Dom., pl. 3, fig. 29, non REYNÈS.

Phylloceras disciforme? REYNÈS Aveyron, pl. 3, fig. 5.

L'ensemble des marnes du Lias moyen est exploité en un certain nombre de points aux environs de Paray-le-Monial, en particulier au voisinage du canal du Centre ; on extrait aussi des argiles tertiaires ; comme les deux formations sont très peu fossilifères et se ressemblent parfois, il y a des risques de confusion.

Citons comme argile du Lias : 743,2 × 170,5 ; 743,1 × 174,4 ; 741,6 × 172,2, etc... D'après Delafond (1902, pp. 88-89), l'épaisseur des marnes domériennes est d'environ 60 m au sondage de Champeaux et à celui de Fautrières au N du Charolais ; elles auraient seulement 45 m à Morigny.

Le sommet des marnes et les bancs de calcaires du Domérien supérieur sont découverts dans la carrière de Pont-de-Bord, entre le canal et le coude de la route nationale 79 (740,05 × 163,1).

Les marnes, gris-ocre en surface, bleues en profondeur, finement micacées, sont visibles sur 6,50 m; elles ne sont pas fossilifères, mais quelques bancs plus calcaires, très pyriteux, intercalés, renferment :

Pseudopecten acuticosta LMK., petite taille et grande taille.

Zeilleria subdigona OPP.

Pentacrinus subsulcatus MUNST.

Et de nombreux petits Lamellibranches.

Le banc plus calcaire du milieu des marnes contient en outre :

Amaltheus margaritatus MONTF., forme de passage à *Paltopterocheras spinatum* BRUG. : MONEST. Amalth., pl. 8, fig. 2 et forme voisine.

Belemnites (Passaloteuthis) bruguierianus D'ORB.

Rhynchonella bouchardi DAV.

D'après cette faune, la partie supérieure des marnes et, peut-être même toutes les marnes visibles dans cette carrière doivent être rangées dans le Domérien supérieur; ces bancs de calcaire marneux tendre résultent probablement de l'altération superficielle des calcaires compacts en roche fraîche que nous verrons dans le sondage de La Boudure.

A Pont-de-Bord, les marnes sont couronnées par un banc massif de calcaire cristallin, riche en débris de coquilles, épais d'environ 1 m; sa partie supérieure est une véritable lumachelle de petites *Ostrea*, de *Pecten*, de radioles d'oursins :

Paltopterocheras spinatum BRUG.

Belemnites (Passaloteuthis) bruguierianus D'ORB.

Gryphæa gigantea SOW.

Pseudopecten æquivalvis SOW.

Chlamys prisca SCHLOTH.

Eucyclus emylus D'ORB.

Eucyclus polytæniatus COSSM.

Procerithium quadriseriatum DESL.

Ptychomphalus expansus SOW.

Ataphorus deflexus? COSSM.

Spiriferina oxygona DESL.

Rhynchonella cf. *curviceps* QUENST. = R. (*Quadratirhynchia*) *sphæroidalis* S. BUCKM., 1917, pl. 13, fig. 2 abc.

Rhabdocidaris moreau COTT ¹.

Plegiocidaris armata COTT ¹.

Plegiocidaris deslonchamps? COTT ¹.

Pentacrinus jurensis QUENST.

Montlivaultia haimi CHAP. et DEWALQ.

La faune de Gastéropodes qu'on vient de citer est assez voisine, sans être absolument identique, pour tous les détails de l'ornementation, à celle de la Vendée décrite par Cossman (1908, 1916).

Ce Domérien se voit en bien d'autres points, par exemple au N de Charolles dans les prés dominant la route de Viry, dans la région de Mailly, Saint-Julien-de-Jonzy, et surtout à Saint-Nizier sous les vignes de la Migno-

¹ Les Oursins ont été déterminés en 1939 par feu M. Lambert.

362 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
nette, où les calcaires à Gryphées géantes et à lumachelle de Rhynchonelles
forment une falaise très nette.

Le sondage de La Boudure à *Saint-Laurent-en-Brionnais* a traversé
67 m (99 à 166 m) de « marnes » gris-bleu micacées du Domérien inférieur
contenant, à tous les niveaux, *Amaltheus margaritatus* MONTF.

Vers la base, des bancs assez calcaires renferment de nombreuses Bélemnites et
quelques *Amaltheus* phosphatés.

Vers 156-158 m : *Arieticeras* cf. *domarense* MGH.

Arieticeras cf. *apertum* MONEST.

Arieticeras pseudocanavari? MONEST.

Arieticeras cf. *bertrandi* KILIAN.

Vers 164 m : « *Grammoceras* » sp.

À plusieurs niveaux, nombreux débris de végétaux pyritisés informes. La partie
inférieure et moyenne est assez calcaire et onctueuse au toucher, c'est une véritable
marne; les 20 m ou 30 m supérieurs sont peu calcaires mais contiennent une abon-
dante poussière quartzreuse (grains de 10 μ à 30 μ).

Le Domérien supérieur, épais de 10 m environ est plus calcaire.

Il débute par 8 m ou 9 m de « marnes » micacées, pas ou très peu calcaires, conte-
nant une abondante poussière de quartz et de mica; elles alternent avec des bancs
de calcaire marneux brun-ocre, compact, à grain très fin, et des calcaires marneux,
gris verdâtre, à allure graveleuse ou schisteuse, par suite de l'accumulation de très
nombreux débris de coquilles de Lamellibranches et d'articles d'Encrines parfois héma-
tisés.

Belemnites (*Pachyteuthis*) *zieteni* MAYER.

Belemnites (*Passaloteuthis*) *bruguierianus* D'ORB. et autres Bélemnites, plus
petites.

Gryphæa gigantea SOW.

Pseudopecten æquivalvis SOW.

Entolium strionatis DUM.

Pseudopecten acuticosta LMK.

Harpax lævigatus D'ORB., *H. pectinoides* LMK.

Mytilus moorei DUM., *M. thiollieri* DUM.

Avicula (*Oxytoma*) *munsteri* BRONN, fréquente.

Pholadomya sp.

Spiriferina tumida v. BUCH.

Le Domérien supérieur se termine par 2 m (88,50 m à 90,50 m) de calcaire gris
clair très cristallin, formé surtout d'articles d'Encrines et de quelques débris de coquil-
les de Lamellibranches; les bancs supérieurs sont largement cristallins; les bancs infé-
rieurs ont généralement un grain plus fin et se chargent, vers la base, d'assez nom-
breux débris hématisés souvent anguleux et de taille très variable, pouvant atteindre
plus d'un centimètre.

Le passage au Toarcien (88,40 m à 88,65 m) se fait par des marnes et des calcaires
marneux gris à aspect détritique, très finement et abondamment quartzeux et micacés,
légèrement pyriteux.

En résumé, à un Domérien inférieur épais (60 m) et marneux, qui correspond à des dépôts de mer calme, avec une arrivée importante d'éléments détritiques fins dans le tiers supérieur de la série, succèdent des dépôts du Domérien supérieur (12 m) de mer moins profonde et plus agitée, comme le confirment ces Huitres, Pectens, Echinodermes, Crinoïdes, dont les débris roulés et parfois hématisés, s'accumulent dans des bancs calcaires qui alternent avec des argiles finement quartzeuses. La partie terminale (1 m ou 2 m) est un calcaire à Entroques typique, qui forme un banc dur souvent marqué dans la topographie. La faune de petits Gastéropodes, recueillie à Pont-de-Bord, confirme l'hypothèse du caractère peu profond, presque littoral, de la formation.

TOARCIEN et AALÉNIEN INFÉRIEUR

Le Lias supérieur comprend une série de marnes et de calcaire marneux, épaisse d'environ 40 m à 50 m, d'après les sondages faits au N du Charolais (Champeaux, 41,70 m : Delafond, 1902, p. 89).

I. Paray-le-Monial. — Au-dessus du Domérien, la carrière de Pont-de-Bord (740,05 × 163,1) découvre les premières assises du Toarcien. En 1948 le front E montrait à sa partie supérieure de haut en bas :

Sables blancs à gros grains de quartz (Pliocène) 1 m.

43. Marnes brunes à concrétions ocreuses, *Hildoceras bifrons* BRUG. phosphatés.
 1 m.

42 b. Calcaire jaune clair, fissile, en plaquettes : 0,20 m à 0,30 m.

Débris de Poissons.

Harpoceras falciferum Sow., empreinte assez typique : BUCKM. T. A.,
 pl. 764 B.

Inoceramus sp.

Orbiculoidea papyria GOLDF.

42 a. Marne, très ferrugineuse par place 0,20 m.
 - - - - - surface irrégulière et souvent ferrugineuse.

39. Calcaire à Entroques et débris du Domérien supérieur.

D'après des notes rapides prises en 1937, la partie SE de la carrière, qui fut comblée l'année suivante, montrait :

43 b. Marne gris blanchâtre, plus ou moins calcaire, avec fossiles phosphatés ¹ :
 0,40 m.

Hildoceras bifrons BRUG., abondant.

Grammoceras (*Maconiceras*) cf. *soloniacense* LISS. : cf. BUCKM. T. A., pl. 721,
 costulation plus fine.

¹ La teneur en (PO₄)₂Ca, de ces fossiles est très variable, les analyses ont donné 37 0/0, 69 0/0, 70 0/0, selon les échantillons, la gangue marneuse n'est pratiquement pas phosphatée.

Pseudolioceras lytense Y. et B.

Dactylioceras braunianum D'ORB.

Bélemnites, nombreux phragmocônes phosphatés.

----- surface ferrugineuse, légèrement irrégulière.

43 a. Marne gris bleuâtre, plus ou moins calcaire, contenant des bancs de calcaire discontinus, fossiles phosphatés moins blancs qu'au-dessus : 0,50 m.

Hildoceras sublevisoni MERLA, 1932, pl. 7, fig. 10.

Harpoceras cf. *fulciferum*? Sow., mauvais fragments.

Grammoceras? (*Maconiceras*?) sp.

Dactylioceras mite? S. BUCKM. (*Orthodactylites*) T. A., pl. 738, côtes simples moins nombreuses.

Dactylioceras pl. sp. du groupe de *D. commune* Sow. cf. *D. curvicosta* S. BUCKM. T. A., pl. 707-708.

Belemnites (*Acrocœlites*) pl. sp.

42. Calcaire gris-brun, bien lité, marneux et bitumineux, se débitant en plaquettes qui s'exfolient à l'air en donnant des « schistes carton » *Inoceramus* sp., *Dactylioceras*? sp. très écrasé.

Ces calcaires feuilletés correspondent, ou sont légèrement supérieurs, au banc (42 a) de la première coupe et appartiennent probablement au Toarcien inférieur, peu épais et incomplet à la base ici; les horizons à fossiles phosphatés (43), appartiennent au Toarcien moyen.

Des argiles d'un Toarcien plus élevé avec *Posidonomya bronni* VOLTZ et des cristaux de gypse ont été rencontrés, 5 m à 6 m sous l'Eglise de Volesvres (740,05 × 165,1). A 400 m au N, le talus de la route m'a donné un fragment de *Grammoceras* sp. du groupe de *G. toarcense* D'ORB., *Belemnites* (*Acrocœlites*) *tricissus* JANENS., *B. (Dactyloteuthis)* cf. *irregularis* SCHLOTH. : c'est le Toarcien supérieur.

II. **Charolles.** — Au NE de Charolles, dans le talus d'un petit chemin qui longe l'Arconce, le Toarcien affleure, au delà de la baignade (749,8 × 162,45); les marnes argileuses gris-bleu, coupées de bancs plus calcaires, m'ont donné :

En haut :

Nucula hammeri DEFR.

Inoceramus dubius Sow.

Hammatoceras sp., jeune du groupe de *H. insigne* SCHUBLER.

Un peu plus bas :

Phlyseogrammoceras pl. sp., pyriteux, petite taille.

Astarte cordiformis REINECK., moule interne

Encore plus bas ..

Polyplectus discoides ZIETEN : BUCKM. Inf. Ool., pl. 37, fig. 1-2.

Pseudogrammoceras sp., jeune.

Phlyseogrammoceras sp., jeune, forme épaisse du groupe de *Ph. metallarium* DUM. : cf. BUCKM. Inf. Ool., pl. 36, fig. 1-2.

Phlyseogrammoceras sp., jeune.

Lytoceras sp.

Belemnites (Dactylioteuthis) irregularis SCHLOTH.

Pentacrinus jurensis QUENST., *Inoceramus* sp., *Cucullæa inæquivalvis* GOLDF.

A la base, les bancs calcaires, mieux marqués, m'ont donné :

Grammoceras toarcense D'ORB., pl. 57 et nombreuses formes voisines.

Grammoceras cf. *striatulum* SOW. : BUCKM. Inf. Ool., pl. 26, fig. 8-10.

Trochus subduplicatus D'ORB., commun.

Purpurina patroclus D'ORB., rare.

Inoceramus sp., *Lima punctata* SOW., *Lima galatea* D'ORB.

Venant de l'ensemble de ces couches, sans que leur niveau exact ait pu être précisé, j'ai recueilli en outre :

Phlyseogrammoceras dispansum LYCETT : JANENSCH, 1902, pl. 5, fig. 4.

Pseudogrammoceras cotteswoldiæ S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 35, fig. 4.

Pseudogrammoceras aff. *quadratum* HAUG. : BUCKM. Inf. Ool., pl. 34, fig. 6-7.

Pseudogrammoceras subfallaciosum S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 17-18.

Pseudogrammoceras cf. *pedicum* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., p. cxlvii, fig. 140, etc...

Mercaticeras mericali HAUER : MERLA, 1932, pl. 6, fig. 5 ab.

Hammatoceras cappucinum S. BUCKM. T. A., pl. 206 A-B, un peu moins épais.

Hammatoceras sp. jeune du groupe de *H. insigne* SCHUBL. : JANENSCH, 1912, pl. 9, fig. 1.

Nous avons là le Toarcien supérieur et l'on peut retrouver la succession classique, *Grammoceras toarcense*, *Pseudogrammoceras*, *Phlyseogrammoceras* ; ici ces dernières formes sont partiellement associées. L'ensemble des couches a 4 m ou 5 m d'épaisseur.

Dans les fossés de la route de Charolles à Marcilly-la-Gueurce, à 2 km de Charolles, vers 749,5 × 159,4, on retrouve la faune du Toarcien supérieur :

Pseudogrammoceras cf. *subfallaciosum* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 17.

Pseudogrammoceras pl. sp., fragment.

Denckmania erbaensis? HAUER fragments.

et à quelques mètres de là, dans des calcaires marneux plus compacts, une faune de la base de la zone à *P. aalensis* :

Cotteswoldia costulata ZIET. : BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 3.

Cotteswoldia limatula S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 5.

Pleydellia macra DUM. : BUCKM. Inf. Ool., pl. 30, fig. 3-4.

Dumortieria sparsicosta? HAUG., jeune exemplaire.

Dumortieria sp.

Belemnites (Dactylioteuthis) irregularis SCHLOTH.

La zone inférieure de l'Aalénien affleure dans le voisinage :

Dumortieria pseudoradiosa BRANCO : BUCKM. Inf. Ool., pl. 41, fig. 1-2 (Collection Ciry, Laboratoire de Dijon, ESE de Charolles).

Des marno-calcaires aaléniens se retrouvent sur la route de Marcilly-la-Gueurce à Epinassy (749,5 × 157,5) et dans la partie W du cimetière de Charolles (749,8 × 161,6) où j'ai recueilli :

Pleydellia subcompta BRANCO, pl. 5, fig. 3.

Pleydellia sp., cf. *H. subcomptum* BENECKE Eisen, pl. 48, fig. 3, non BRANCO.

Pleydellia cf. *aalensis* ZIETEN : QUENST. Am., pl. 54, fig. 1.

Pleydellia sp., à côtes fines.

Dumortieria sparsicosta HAUG, 1887, pl. 5, fig. 3.

Un peu plus bas, à l'angle NW, c'est le Toarcien supérieur qui affleure :

Pseudogrammoceras saemanni OPP. : DUM. L. sup., pl. 13, fig. 4.

Le cimetière n'est donc nullement sur les calcaires bajociens, comme l'indique la carte géologique; ceux-ci n'affleurent que plus à l'W, dans l'agglomération même de Charolles.

A 2 km au N de la ville, M. Thorat et F. Roman ont recueilli, à la base d'une carrière abandonnée, des marnes noires très fossilifères :

Lytoceras torulosum QUENST.

Pleydellia aff. *aalensis* ZIET.

Lioceras opalinum REINECKE.

Un échantillon de cette dernière forme était même engagé à la face inférieure du premier banc calcaire.

A la base des marnes : lumachelle de *Terebratula eudesi* OPP.

J'ai vu des marnes noires analogues dans les déblais d'un puits de la route de Corcelles (749,4 × 162,15), qui avait traversé tout le calcaire à Entroques.

Ainsi à Charolles, le Toarcien supérieur et l'Aalénien ne présentent pas de niveaux à oolithes ferrugineuses; celles-ci existent un peu au S :

Près de Saint-Julien-de-Civry, sur la route d'Oyé, des vignes, vers 745 × 153,2 montrent une faune du Toarcien supérieur :

Pseudogrammoceras cf. *pedicum* S. BUCKM., *Ps.* cf. *saemanni* DUM., etc..., dans une gangue de calcaire marneux gris avec quelques oolithes ferrugineuses.

Entre Saint-Julien et Lugny, les vignes près du chêne Beaujard (746,3 × 156,1) donnent des calcaires marneux à petites oolithes ferrugineuses de la base de l'Aalénien moyen :

Cottewoldia cf. *costulata* ZIET. : BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 3, ombilic plus ouvert.

Pleydellia mactra DUM.

Pleydellia sp. cf. *P. aalensis* ZIETEN : SCHNEIDER, pl. 3, fig. 1.

Pleydellia sp. du groupe de *P. aalensis* ZIET., cf. BENECKE Eisen, pl. 47, fig. 4, etc...

Mais ces niveaux ne sont pas aussi franchement ferrugineux que dans le Brionnais ou à Charlieu.

III. **Le Brionnais.** — Le sondage de La Boudure à Saint-Laurent-en-Brionnais a traversé le Lias supérieur pendant environ 35 m.

Au-dessus de quelques décimètres d'argiles gréseuses qui font le passage du Domérien au Toarcien, cet étage débute par des marnes grises avec des bancs de calcaire bitumineux très fissile donnant à l'air des « schistes carton »; ils contiennent de nombreux débris de Lamellibranches à test mince (87 m à 88,50 m).

Ces calcaires appartiennent probablement au Toarcien inférieur, peu épais ici, car les calcaires marneux, à grain plus grossier, parfois grumeleux, qui viennent au-dessus (84 m à 87 m) renferment, avec de nombreuses coquilles de Lamellibranches, une faune du Toarcien moyen :

- Hildoceras* sp. ? , très écrasé.
- Dactylioceras* cf. *annulatum* Sow.
- Dactylioceras* cf. *commune* Sow.
- Dactylioceras* cf. *holandrei* D'ORB.

Le Toarcien moyen se poursuit par 10 m de marnes gris clair, feuilletées, coupées de quelques bancs de calcaire marneux (74 m à 84 m) :

A la base, *Hildoceras bifrons* BRUG. (BUCKM Y. T. A., pl. 114 A, fig. 2, côtes plus serrées; Mgh., pl. 1, fig. 1) à l'état de moule phosphaté, à test pyriteux, est très abondant, surtout entre 83 m et 84 m. Avec lui on rencontre :

Harpoceras falciferum? Sow., *Harpoceras subplanatum* OPP., empreinte.

De 74 m à 81 m, on est déjà dans les horizons élevés du Toarcien moyen :

- Celoceras* (Collina) cf. *mucronatum* D'ORB.
- Dactylioceras* cf. *braunianum* D'ORB.
- Haugia humilis* SCHIRARDIN.
- Haugia navis*? DUM.
- Brodiceras primarium* SCHIRARDIN.
- Brodiceras bayani* DUM.
- Grammoceras* (*Maconiceras*) *soloniaceense* LISS.
- Hildoceras semipolatum* S^r BUCKM. Inf. Ool., pl. 22, fig. 30.
- Trochus subduplicatus* D'ORB.
- Inoceramus dubius* Sow.
- Amussium pumilus* LMK., abondant à la partie supérieure, etc...

Le Toarcien supérieur comprend :

A la base (69 m à 74 m), des marnes gris clair feuilletées, à fossiles écrasés, à test pyriteux : *Grammoceras toarcense* D'ORB.

- Grammoceras audax*? S. BUCKM.
- Grammoceras*? *doerntense* DENCKMAN.

Et en haut (67 m à 69 m) des calcaires très marneux gris clair :

- Pseudogrammoceras cotteswoldiæ*? S. BUCKM.
- Pseudogrammoceras expeditum* S. BUCKM.
- Pseudogrammoceras subfallaciosum* S. BUCKM. et formes voisines.
- Pseudogrammoceras* aff. *quadratum*? HAUG (= *Am. grunovi* DUM. L. sup., pl. 15, fig. 1-2).

Les marnes et calcaires marneux finement micacés de l'Aalénien inférieur ont 4 m d'épaisseur (62 m à 64 m) et contiennent de nombreuses *Dumortieria*.

L'Aalénien moyen garde d'abord le même faciès dans l'horizon à *P. macra* (57 m à 61 m); les faunes se succèdent ainsi : à la base (61 m-60 m) :

Cotteswoldia paucicostata S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 23, fig. 1-2.

Cotteswoldia intermédiaire entre *C. crinita* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 31, fig. 3 et *C. atrita* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 23, fig. 12.

Hammatoceras sp.

Et plus haut (57 m-58 m) :

Pleydellia fluens S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 31, fig. 1.

Pleydellia subcompta BRANCO, pl. 5, fig. 3.

Pleydellia mactra? DUM. L. sup., pl. 50, fig. 4-5.

Cotteswoldia distans S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 1.

Cotteswoldia spathi MAUBEUGE : BUCKM. Inf. Ool., pl. 31, fig. 13, etc...

L'horizon à *P. aalensis* (54 m à 57 m) est plus calcaire; les fossiles sont généralement phosphatés :

Pleydellia aalensis ZIET., pl. 28, fig. 3 et formes voisines.

Cotteswoldia egena S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 23, fig. 9-11 et formes intermédiaires entre les deux..., etc...

La partie supérieure se charge d'oolithes ferrugineuses et de débris hématisés (52 m à 54 m) qui forment quelques horizons franchement ferrugineux (52 m?, 53,80 m à 53,90 m) :

Pleydellia aalensis ZIETEN, pl. 28, fig. 3.

Pleydellia cf. *aalensis* ZIETEN.

Cotteswoldia spathi MAUBEUGE.

Canavarina venustula S. BUCKM.

Lioceras sp. du groupe de *L. costosum* QUENST., empreinte.

Rhynchonella cynocephala RICHARD.

Au-dessus viennent des calcaires à débris de plus en plus cristallins que nous étudierons avec l'Aalénien supérieur et le Bajocien.

Quelques niveaux du Lias supérieur affleurent dans les environs, sous un faciès un peu différent.

Les vignes des Crots, au NE de Vauban (vers 746 × 142,7) sont sur des calcaires marneux à *Pseudogrammoceras* pl. sp., *Huldestonia* sp. et des calcaires marneux rouges à grosses oolithes ferrugineuses à :

Lyloceras coarctatum POMPECKJ (JANENSCH, 1902, pl. 2, fig. 4).

Hammatoceras cf. *speciosum* JANENSCH, 1902, pl. 10, fig. 1-2, ombilic plus faible, tours moins épais.

Hammatoceras cf. *insigne* SCHUBL. : cf. D'ORB. P. F., pl. 112, fig. 1 et 2, taille plus petite, costulation plus fine.

Hammatoceras sp., assez fortement tuberculé et ombilic assez ouvert.

Le Toarcien supérieur contient donc localement des oolithes ferrugineuses.

Sur la commune de Vauban un autre gisement exploré par L. Guillaume et F. Douvillé leur a donné une faune abondante de l'horizon à *P. aalensis*; j'ai déterminé :

Pleydellia aalensis ZIET., pl. 28, fig. 3 et nombreuses formes voisines (BENECKE Eisen, pl. 47, fig. 5, etc...).

Pleydellia leura S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 33, fig. 5-9.

Pleydellia aff. *leura* S. BUCKM.

Pleydellia grandjeani BENECKE Eisen, pl. 50, fig. 7.

Pleydellia cf. *buckmani* MAUBEUGE, 1947 b, pl. 2 en haut.

Pleydellia (*Canavarina*) *venustula* S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 31, fig. 5-6.

Pleydellia subcompta BRANCO, pl. 5, fig. 3.

Pleydellia (*Walkericeras*) sp. intermédiaire entre *W. arcuata* S. BUCKM. et *W. burtonensis* S. BUCKM. et nombreuses autres *Pleydellia*, *Walkericeras*, *Cotteswoldia*.

Lytoceras torulosum QUENST.

Erycites aff. *sagax* VACEK, 1886, pl. 15, fig. 16-17.

Catulloceras dumortieri THIOLL. : DUM. L. sup., pl. 57, fig. 3-4.

Tous ces fossiles sont en calcite dans un calcaire marneux gris-bleu assez graveleux.

Il s'y joignait un *Hammatoceras* cf. *semilunatum* QUENST. JANENSCH, 1902, pl. 9, fig. 3 ab, dans une gangue de calcaire marneux gris foncé à grosses oolithes ferrugineuses assez dispersées.

IV. **Charlieu.** — Les vignes qui dominant, au N, la vallée du Sornin en aval de Charlieu (S et W de la Grange-Jobin, environs de Saint-Nizier, sous la Mignonnette) ont fourni de très belles séries d'Ammonites. C'est surtout au moment des plantations, quand on minait les bancs de calcaires assez profonds, que les belles récoltes ont été possibles. M. Thoral a recueilli pour son diplôme de beaux et nombreux échantillons ; maintenant il faut souvent se contenter d'exemplaires incomplets.

Le Toarcien débute, au-dessus des calcaires à débris et Entroques du Domérien supérieur, dont la surface terminale est ferrugineuse et perforée, par des calcaires gris jaunâtre à grain fin qui se débitent en plaques minces :

Débris et écailles de Poissons.

Harpoceras sp. du groupe de *H. falciferum* Sow.

Inoceramus dubius Sow.

Et par des calcaires gris, finement sableux et micacés, à faune de *Cæloceras* et *Dactylioceras* aplatis et déformés, *Harpoceras* sp., *Hildoceras* sp.

Ces bancs, peu épais, sont visibles au bord du Sornin vers 739,6-8 × 129,25-3 ou sous les vignes de la Mignonnette (738,3-4 × 130,4-6) ; ils appartiennent au Toarcien inférieur et peut-être à la base du Toarcien moyen.

Au-dessus, viennent des marnes gris-bleu contenant des bancs de calcaire marneux assez fossilifère ; on ne peut relever aucune coupe complète, mais dans les vignes il est possible de distinguer plusieurs niveaux¹. On rencontre d'abord des fossiles blancs avec quelques grosses oolithes blanches phosphatées ; à la base, *Hildoceras bifrons* BRUG. et des formes voisines sont abondants ; ils sont associés à de nombreux *Cæloceras* qui se poursuivent plus haut : *C. crassum* PHILL. *C. (Collina) mucronatum* D'ORB. ; avec ces *Cæloceras*, ou un peu plus haut, on rencontre *Lillia lilli* HAUER, *Denkmanina erbaensis* HAUER, et les premières *Haugia*, toujours en calcaire mar-

¹ Je m'appuierai en partie pour distinguer ces niveaux sur les remarques et les listes fossilifères données par M. THORAL (1927, pp. 43-72).

neux blanc phosphaté à oolithes blanches grosses et peu nombreuses ; toutes ces formes sont du **Toarcien moyen**.

Le **Toarcien supérieur** forme un troisième horizon bien reconnaissable avec ses *Grammoceras*, *G. toarcense* D'ORB., *G. audax* S. BUCKM., *G. doerntense* DENKM., ses *Pseudogrammoceras* et ses grands *Hammatoceras* (*H. insigne* SCHUB., *H. semilunatum* JAN., *H. speciosum* JAN.). Au même niveau, on trouve déjà *Lioceras* ? *gruneri* DUM., des *Catullocheras* et *Paronicerias sternale* v. BUCH. ; ils contiennent généralement de grosses oolithes brunes ou plus rarement blanches. Cependant d'assez nombreux *Pseudogrammoceras* et grands *Hammatoceras* ont une gangue de calcaire marneux gris-bleu sans oolithe ferrugineuse.

Plus haut, l'**Aalénien inférieur** forme un dernier niveau très net avec ses nombreuses *Dumortieria* à patine rouge ou rose ; leur gangue est un calcaire marneux brun ou rouge, à oolithes ferrugineuses brunes généralement assez grosses. À côté des *Dumortieria*, on trouve encore *Lioceras* ? *gruneri* DUM. et les *Catullocheras* déjà signalés plus bas.

L'**Aalénien moyen** à *P. aalensis* affleure mal et n'est probablement plus ferrugineux ; les couches deviennent de plus en plus calcaires et on recueille, à la base du calcaire à Entroques, *Lioceras opalinum* REIN. et des formes voisines.

Au N de Charlieu, d'autres gisements ont été, ou sont encore, très fossilifères : environs de Mailly, de Saint-Julien-de-Jonzy, Saint-Bonnet-de-Cray, Chenoux, commune de Baugy au bord de la Loire (en ce point, la faune appartient surtout au Toarcien sup.).

Ce Toarcien du Brionnais s'oppose à celui du Charolais par la présence d'oolithes ferrugineuses au Toarcien supérieur et à l'Aalénien inférieur. À Saint-Laurent, au contraire, c'est dans l'Aalénien moyen, zone à *P. aalensis*, que nous avons noté un niveau ferrugineux très net.

AALENIEN SUPÉRIEUR et BAJOCIEN

Ils sont formés d'une épaisse série de calcaires cristallins, le calcaire à Entroques, surmonté d'un niveau assez constant d'oolithes ferrugineuses, et se terminent par une alternance de marnes et de calcaire marno-siliceux.

1. **Charolles** (fig. 40). -- Je décrirai d'abord le Bajocien des environs de Charolles car les affleurements sont nombreux autour de cette ville et permettent une étude assez complète de l'étage ; je donnerai ensuite, en complément, quelques observations faites au N de Paray-le-Monial, à Bragny et Clessy.

Au S de Charolles, une grande carrière abandonnée, au-dessus de la route de La Clayette (748,6 × 159,9) donne la coupe suivante de haut en bas (fig. 40, à droite) :

Un léger pendage de 5° W permet une étude plus facile des niveaux supérieurs dans les talus dominant un pré à l'W de la carrière.

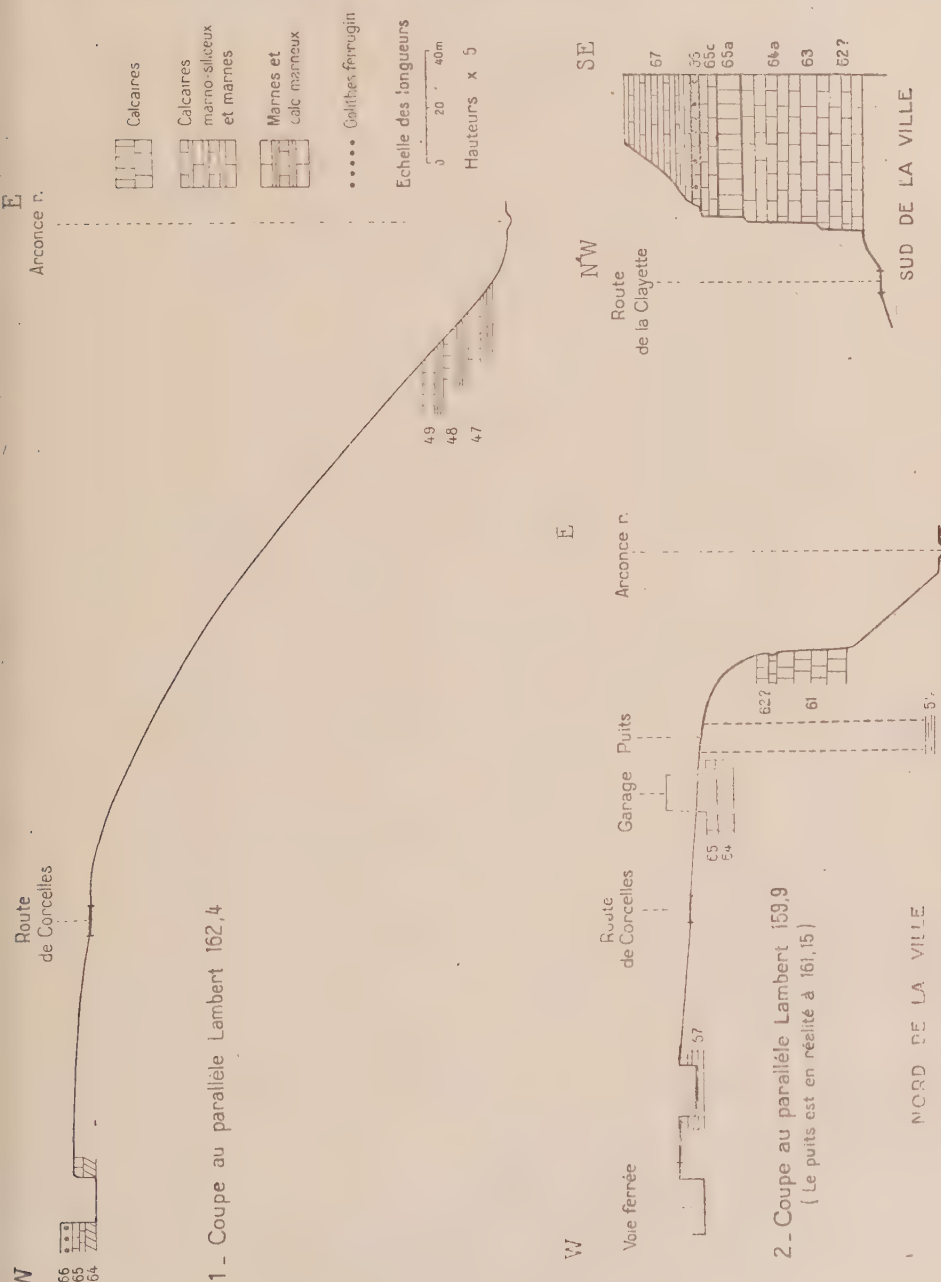


Fig. 40. — Bajocien de Charolles.

67. Marnes calcaires feuilletées alternant avec des bancs de calcaire gris clair, âpre au toucher, assez siliceux, prenant une patine jaune blanchâtre à l'air; les Lamelli-branches à test silicifié ont une teinte bleutée : visible sur 4 m.

Garantia sp. du groupe de *G. garanti* D'ORB., nombreux échantillons déformés, généralement de petite taille.

Belemnites (*Belemnopsis*) *apiconus* BLAINV.

Avicula (*Oxytoma*) *munsteri* BRONN.

Cucullæa cf. *concinna* PHILL.

Goniomya sp.

A la base, quelques décimètres de marnes jaunes, à concrétions calcaires blanches.

66. Calcaire marneux, gris bleuâtre ou brun, formant de petits bancs assez compacts; débris d'Entroques, sections de coquilles en calcite, et oolithes ferrugineuses inégalement réparties; à la base, pistes de vers : 1 m environ.

Strenoceras subfurcatum ZIET. : BENTZ, 1924, pl. 4, fig. 1 ab.

Strenoceras niortense D'ORB.

Garantia baculata QUENST. Am., pl. 70, fig. 7-9 et formes voisines.

Cadomites cf. *lissajousi* ROCHÉ, 1939, pl. 2, fig. 2, forme plus épaisse, costules ombilicales plus fines et plus nettes.

Spiroceras cf. *bifurcatum* QUENST. : cf. Am., pl. 70, fig. 38, fragments.

----- surface perforée.

65 c. Calcaire gris ou brun à nombreux débris roulés, structure finement pseudo-olithique, quelques débris d'Entroques; quelques oolithes ferrugineuses à la partie supérieure 1,50 m.

65 b. Petit délit de calcaire feuilleté plus tendre, fossilifère : 0,10 m.

Stephanoceras sp., grande taille; Lamellibranches.

65 a. Calcaire gris-jaune, à Entroques, devenant rose ou rouge, localement, assez fossilifère à la partie moyenne : accumulation de coquilles souvent brisées : 2 m.

Normannites orbignyi S. BUCKM. = D'ORB. P. F., pl. 135.

Stephanoceras sp., fragments.

Emileia aff. *polyschides* WAAGEN : cf. ROCHÉ, 1939, pl. 1, fig. 1, ombilic plus ouvert.

Terebratula phillipsi Sow.

Terebratula arcelini LISSAJ.

Rhynchonella sp.

Zeilleria waltoni DAV.

Avicula (*Oxytoma*) *munsteri* BRONN.

Ctenostreon sp., *Mya* sp.

Millericrinus sp. etc....

64 b. Calcaire plus tendre, à nombreux pisolithes rouges de 2 mm à 4 mm :

. : 0,10 m à 0,15 m.

Stephanoceras pl. sp., petite taille.

Terebratula cf. *matisonensis* LISS.

Rhynchonella cf. *quadriplicata* ZIET.

Acanthothyris sp.

64 a. Calcaire à Entroques, en bancs réguliers, compacts. 4 m.

63. Calcaire à débris d'Entroques dans un ciment brun ou gris, à grain fin; petits points ferrugineux; plus tendre à la partie inférieure : 1 m.

Sonninia sp., fragment très incomplet à rapprocher de *S. furticarinata* QUENST.
in HAUG, 1892, pl. 8, fig. 3 ? ? ?

Sonninia sp., fragment très incomplet à rapprocher de *S. propinquans*
BAYLE ? ? ?

Stephanoceras sp., fragment, petite taille.

Acanthothyris sp. aff. *crossi*? WALKER.

Ostrea (*Alectryonia*) *marshi* Sow.

Trigonia sp.

Serpula socialis GOLDF.

62 ? Calcaire crinoïdique à grain fin; quelques Bryozoaires. visible sur 3 m.

Au N de Charolles, aux environs de la route de Corcelles, on trouve les éléments d'une coupe plus complète (fig. 40, à gauche) :

67. Une carrière abandonnée, à 150 m à l'W de cette route, au N de la voie ferrée (749,05 × 161,9), a extrait des calcaires marneux à *Garantia* sp. pour les remblais du nouveau champ de foire.

Une série de carrières, situées sur la route de Corcelles entre 1 km et 2 km de Charolles, montrent chacune plusieurs ou presque tous les niveaux de la coupe suivante :

66. Calcaire marneux gris ou brun, à éléments cristallins plus ou moins abondants et oolithes ferrugineuses irrégulièrement réparties :

Strenoceras niortense D'ORB., abondant et formes voisines.

Garantia baculata QUENST., fréquente.

Garantia alticosta? WETZEL.

Garantia cf. *garanti* D'ORB. : cf. BENTZ, 1924, pl. 5, fig. 1 ab.

Spiroceras bifurcatum? QUENST., fragment.

Leptosphinctes coronarius? S. BUCKM. T. A., pl. 202.

* *Oppelina umbilicata* S. BUCKM. T. A., pl. 671.

Belemnites (*Belemnopsis*) *apiciconus* BLAINV.

Avicula (*Oxytoma*) *munsteri* BRONN.

Pholadomya sp., *Ctenostreon* sp., *Opis* sp.

Plagiostoma anomii MÉRIAN.

Acanthothyris spinosa SCHLOT.

* *Rhynchonella matisconensis* LISS.

Rhynchonella plicatella Sow.

* *Terebratula sphæroidalis* Sow.

* *Terebratula* cf. *brebisoni* DESL.

Terebratula phillipsi Sow. etc...

----- surface perforée.

65. Calcaire gris ou jaune, à nombreux fins débris blancs arrondis et quelques Entroques, dans un ciment assez cristallin : 1 m.

Belemnites sp. *Terebratula* sp., *Rhynchonella* sp., etc...

64. Calcaire, tantôt crinoïdique, tantôt riche en débris divers; il prend localement une teinte rouge et renferme de petits grains d'oxyde de fer. Il y a plusieurs niveaux

374 ETUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
fossilifères, probablement lenticulaires et difficiles à suivre d'une carrière à l'autre :
..... 3 m.

Stephanoceras humphriesianum Sow. Types Sow., pl. 7, fig. 1 et plusieurs formes voisines.

Stephanoceras cf. *brodiei* Sow. *Ibid.* cf. pl. 5, fig. 1, pl. 7, fig. 3, tous moins hauts et plus anguleux.

Oppelina pulchra S. BUCKM. T. A., pl. 670.

Ostrea marshi Sow., *Ctenostreon* sp.

Trigonia denticulata AGASS.

Avicula (Oxytoma) munsteri BRONN.

Rhynchonella cf. *quadriplicata* ZIET.

* *Rhynchonella garantiana* D'ORB.

Terebratula arcellini LISS.

Terebratula ventricosa ZIET.

* *Terebratula helenæ* BAYLE.

Les fondations d'un garage à l'W de la route de Corcelles (749,2 × 161,95) m'ont donné à ce niveau de nombreux fossiles généralement incomplets et brisés, en particulier des *Stephanoceras* du groupe de *S. humphriesianum* Sow.

A l'E de ce garage et en contre-bas, un vieux front de carrière, dominant l'Arconce, montre la partie moyenne et inférieure (?) du calcaire à Entroques; il se présente en bancs assez réguliers formés de débris de coquilles et de Crinoïdes assez nombreux dans un ciment brun cristallin. A 6 m environ sous le niveau fossilifère à *S. humphriesianum* Sow. du garage, dans un banc plus tendre (62 ?) :

Witchellia sp., fragment.

Sonninia sp., grande forme, très rongée.

Emileia brocchii Sow., petite taille.

Telemnites sp., grande taille.

En dessous, vient environ 6 m de calcaire crinoïdique avec d'assez nombreux Bryozoaires. On ne voit pas la base, mais un puits dont l'orifice est à peu près au niveau du garage (749,4 × 162,15), a traversé 20 m environ de calcaire et a trouvé l'eau dans des marnes noires compactes, comparables à celles où M. Thorat a recueilli *Lioceras opalinum* REIN.

A Charolles je n'ai pas pu trouver d'Ammonites dans les bancs les plus inférieurs, mais à Lugny, à 6 km au SW, une carrière près de la voie ferrée (748,65 × 158,3), qui exploitait ces calcaires à Entroques sur 6 m environ, présente à 2,30 m de la base un niveau assez fossilifère (57) :

Ludwigia (Brasilia) baylei S. BUCKM. Inf. Ool., pl. 3, fig. 6-7, ornementation plus atténuée.

Rhabdocidaris horrida MÉRISAN.

Rhynchonella sp.

L'Ammonite recueillie est de l'héméra *bradfordensis*.

Ainsi, dans la région de Charolles, le calcaire à Entroques pourrait débiter au sommet de la zone à *L. opalinum* puisque M. Thorat a recueilli cette forme à la face inférieure du premier banc de calcaire. A Lugny, la partie inférieure contient *Ludwigia (Brasilia) baylei* S. BUCKM., de l'épibole *brad-*

fordensis (Aalénien supérieur). A Charolles, les couches inférieures, visibles, sont assez riches en Bryozoaires. La partie moyenne et supérieure de la formation correspond au Bajocien inférieur¹ et moyen ; la faune recueillie de 8 m à 9 m du sommet (62 ?), quoiqu'assez difficile à déterminer semble correspondre à la zone à *O. sauzei* ; celle de la carrière de la route de la Clayette (63) à l'horizon à *S. alsatica*. Vers 2 m ou 3 m du sommet, des niveaux assez fossilifères du Bajocien moyen sont mieux caractérisés ; les fossiles sont souvent brisés ce qui indique des conditions de dépôt assez agité ; ils appartiennent aux épiboles *Epalxites* et *Masckeites* ; à la carrière de la route de la Clayette, il y a 3 niveaux fossilifères, 65 b, 65 a (épibole *Epalxites*), 64 b, mais les *Stephanoceras* sont trop petits pour être déterminés spécifiquement. Le dépôt des calcaires à Entroques se termine avec le Bajocien moyen. Le Bajocien supérieur débute par un calcaire à oolites ferrugineuses à *Strenoceras niortense* D'ORB. Avec la zone à *G. garanti*, le faciès de calcaire marneux siliceux s'établit ; au S de Charolles, j'ai recueilli à ce niveau des pinces de Crustacé. J'ai rencontré, en outre, dans les champs, quelques blocs isolés de chailles à *Garantia garanti* D'ORB. et des calcaires marneux jaunes à *Pseudomonotis echinata* Sow. ; ces derniers appartiennent à un niveau plus élevé (Bathonien ?).

II. Au Nord de Paray-le-Monial. — Les carrières de Bragny-en-Charolais, en particulier celle située entre Bragny et Saint-Vincent (737,2 × 172,2), montrent 7 m de calcaire à Entroques bajocien moyen (épiboles *Masckeites* et *Epalxites*) :

Sphaeroceras evolvescens WAAGEN : ROCHÉ, 1943, pl. 1, fig. 6 ab.

Stephanoceras sp.

Belemnites (Megateuthis) giganteus SCHLOTH.

Pholadomya cf. *leuthardi* GREPPIN.

Chlamys dewalquei OPP. var. *jurensis* RICHE.

Trigonia sp.

Rhynchonella quadriplicata ZIET.

Plegiocidaris charmassei COTTEAU.

Il est surmonté par un niveau, de 0,05 m à 0,10 m, de calcaire marneux tendre à oolites ferrugineuses, riche en Lamellibranches et Brachiopodes :

Trigonia denticulata AGASS.

Plagiostoma cf. *bellula* MORRIS et LYC., taille double, presque lisse.

Astarte elegans Sow.

Opis (Trigonopsis) similis Sow.

Opis (Trigonopsis) rogieri COSSM.

Terebratula phillipsi Sow.

Rhynchonella pl. sp. du groupe de *R. quadriplicata* ZIET. abondantes, etc...

C'est la zone à *S. niortense*, base du Bajocien supérieur.

¹ ROCHÉ (1939, p. 223) cite *Docidoceras perfectum* S. BUCKM. venant de Charolles.

Au-dessus viennent 3 m à 4 m d'une alternance de marnes blanches et de calcaire marneux siliceux gris clair, qui appartient à la zone à *G. garanti* comme à Charolles :

Belemnites (Belemnopsis) sp.

Avicula (Pseudomonotis) echinata Sow.

Pince de Crustacé.

Le Bajocien supérieur est plus développé à Clessy, au lieu dit « les Carrières » (733,3 × 174,4). Dans les découverts de ces anciennes exploitations, on voit la coupe suivante de haut en bas :

67 c? Marnes argilo-sableuses renfermant quelques rognons siliceux fossiles silicifiés : 2 m à 3 m.

Belemnites sp.

Camptonectes cf. lens, Sow.

Entolium spatulatum ROEMER.

Pentacrinus crista-galli QUENST.

67 b. Marnes argilo-sableuses à nombreux rognons silicifiés du type chailles.

L'un d'eux assez fossilifère a donné : 10 m.

Garantia sp., plusieurs exemplaires, moules externes.

Camptonectes cf. lens Sow.

Pentacrinus crista-galli QUENST.

67 a. Calcaire marneux, siliceux, gris, en gros bancs irréguliers séparés par des marnes : 3,50 m.

Garantia sp

Pince de Crustacé.

----- surface perforée.

65. Calcaire à Entroques et nombreux débris (Bajocien moyen).

On voit donc se développer ici, au sommet de la zone à *G. garanti*, un faciès franchement siliceux avec nombreuses chailles. Je n'ai pu observer ici le niveau à oolites ferrugineuses de la zone à *S. niortense*.

III. *Saint-Laurent-en-Brionnais*. — D'après les indications recueillies par F. Douvillé, le sondage de La Boudure a traversé le calcaire à Entroques de 19,90 m à 51,40 m, soit pendant 31,50 m. Au-dessus, venait une couche de 2 m de « calcaire détritique à oolites ferrugineuses, fossiles... ». Je n'ai pu retrouver ni fossile, ni même un échantillon de la roche, il m'est donc difficile de dater exactement ce niveau. Mais, d'après les coupes du Charolais et du Brionnais, il s'agit probablement du niveau à *S. niortense* avec des oolites ferrugineuses bien caractérisées, ou peut-être du niveau de calcaire détritique à fossiles nombreux et souvent brisés, associés à des pisolites ou de petites oolites rouges, du Bajocien moyen. Les 20 m de calcaire sous-jacents comprennent des niveaux à Entroques typiques, des niveaux à Polypiers (25 m à 28 m), des niveaux à Silex ou Chailles (31 m à 33 m) et appartiennent probablement au Bajocien inférieur et moyen (?) et à l'Aalénien supé-

rieur (?) ¹; les 10 m inférieurs sont formés par des alternances de calcaires à Entroques un peu marneux, de marnes et de schistes noirs. Je les date de l'Aalénien supérieur, par analogie avec les formations du Mâconnais (z. à *L. murchisonæ* ?); ils reposent sur le niveau à oolithes ferrugineuses de la zone à *L. opalinum*.

IV. **Iguerande.** — Une série de grandes carrières devraient permettre une bonne étude du Bajocien; mais elles sont abandonnées depuis longtemps; la végétation les a envahies et surtout les marno-calcaires du Bajocien supérieur se sont éboulés, masquant le front du calcaire à Entroques.

On peut résumer ainsi les observations que j'ai pu faire :

(Carrière sous le cimetière d'Iguerandè (734,35 × 135,75), — carrières abandonnées de la route de Marcigny (734,2 × 133,8-733,95 × 135,9), — carrières de la Rivière (vers 736,8 × 136,5), — carrière abandonnée des Chavannes (736,3 × 138,3), — carrière au S du Perret (734,45 × 137,5)).

Le calcaire à Entroques est visible généralement sur 4 m ou 5 m. A la Rivière, l'une des carrières (736,35 × 136,35) en montre 9 m. D'après M. Thorat (1927, p. 75), une autre carrière à 1 k m environ d'Iguerande laissait voir un calcaire à Entroques de 8 m seulement d'épaisseur, compris entre le niveau à oolithes ferrugineuses à *Strenoceras niortense* D'ORB., au sommet, et un banc pourri surmontant des marnes bleues micacées, à la base (Aalénien inférieur).

A la partie supérieure, la roche est un calcaire à débris, pseudoolithique, il devient plus crinoïdique et spathique en dessous; on y rencontre plusieurs niveaux à stratification moins régulière, assez fossilifères. Sur la route d'Iguerande à Marcigny, entre 1,50 m et 2 m du sommet, j'ai recueilli :

Stephanoceras plagium S. BUCKM. (*Stepheoceras*) T. A., pl. 229.

Ostrea marshi Sow.

Pleurotomaria sp. moule interne, fréquent.

Terebratula ventricosa ZIET.

Acanthothyris sp.

Qui appartiennent à l'épibole *Mascheites*. ROCHÉ (1943, pl. 1, fig. 11) figure un « *Cadomites* » *blagdeniformis* ROCHÉ, collection Thorat, de même âge, venant d'Iguerande également.

A la Rivière, entre 5,50 m et 6 m sous le sommet, existe une couche de calcaire crème à taches brunes ou roses avec nombreux fossiles, souvent en calcite sidérosique :

Otoites cf. *contractus* Sow., taille de QUENST. Am. pl. 65, fig. 1, tubercules plus marqués.

Oppelina sp., fragment.

Terebratula sp. du groupe de *T. perovalis* Sow., bord frontal presque droit.

Rhynchonella sp.

ROCHÉ figure (1939, pl. 5, fig. 1) un *Cadomites macer* QUENST., collection Thorat, venant des Chavannes, et cite un autre exemplaire de Semur-en-Brionnais; toutes ces formes appartiennent à la zone à *O. sauzei*, sommet du Bajocien inférieur; le reste

¹ Plusieurs carrières vers 749 × 143,5 sur la route de La Clayette à Saint-Christophe, montrent environ 10 m de ces calcaires à Entroques peu fossilifères.

378 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
du Bajocien inférieur et l'Aalénien supérieur sont très réduits ou manquent à la Rivière.

Au-dessus du calcaire à Entroques, qui se termine par une surface perforée, une couche de calcaire marneux compact à oolithes ferrugineuses, épaisse de 0,50 m à 1 m, appartient à la zone à *S. niortense* et à une partie de la zone à *G. garanti* :

Strenoceras niortense D'ORB.

Strenoceras robustum BENTZ, 1928, pl. 14, fig. 7.

Garantia cf. *garanti* D'ORB. : cf. BENTZ, 1924, pl. 5, fig. 1.

Terebratula phillipsi Sow.

Terebratula cf. *ferryi* DESL.

M. Thorat (1927, p. 76-78, 90-98) a décrit une abondante faune de ce niveau, venant des bords de la route de la Rivière.

L'oolithe ferrugineuse est surmontée par les calcaires marneux siliceux gris et les marnes blanches à rares *Garantia garanti* D'ORB. et *Parkinsonia* pl. sp. du Bajocien supérieur. Ils sont assez épais, 10 m ou davantage. On les voit bien sous le Cimetière d'Iguerande, à La Rivière et au N d'Iguerande dans le Ravin de la Craule où ils sont assez fossilifères (733,8 × 136,5) :

Parkinsonia parkinsoni Sow. : NICOL., pl. 7, fig. 2.

Parkinsonia longidens QUENST. : S. BUCKM. T. A., pl. 582 (*Odontolites*),
côtes plus infléchies en avant, forme plus épaisse.

Parkinsonia cf. *parkinsoni* Sow. : cf. NICOL., pl. 7, fig. 2, etc...

Au-dessus, en Craule, viennent des couches argilo-sableuses tendres au milieu desquelles s'intercalent de véritables bancs de concrétions siliceuses, visibles sur 3 m à 4 m. Cette formation rappelle celle décrite à Clessy; ici elle est d'âge un peu plus récent, puisqu'elle repose sur des couches à *Parkinsonia*.

V. Environs de Charlieu. — J'indiquerai seulement que dans un compartiment faillé en dessous de la grange Jobin (739,5-6 × 129,9), à 10 m environ au-dessus de la voie ferrée, les premiers bancs de calcaire formant un petit ressaut de terrain au-dessus des marnes et calcaire marneux de l'Aalénien inférieur, m'ont donné un *Lioceras* sp. de 7 cm de diamètre, dont l'ornementation est entièrement effacée. Un bloc de calcaire hors place, contenant de grosses oolithes ferrugineuses m'a donné une très petite *Ludwigia* sp., indéterminable spécifiquement. M. Thorat (1927, p. 63) a récolté en un gisement très proche, « un échantillon typique de *Ludwigia opalina* et un autre pouvant être rapporté à *Walkeria subglabra* ».

A 300 m à l'W, derrière un petit chalet (739,35 × 129,8), toujours dans les premiers mètres de calcaire, dans une formation à grain fin, j'ai recueilli : *Luawigia* (*Reynesella*) *juncta* S. BUCKM. Inf. Ool. sup., pl. 17, fig. 4-5, forme de l'épibole *dis-cites*.

Ainsi à Charlieu, les calcaires à Entroques débutent dans l'Aalénien, dès le sommet de la zone à *L. opalinum*.

A l'E de Charlieu, les calcaires bajociens et aaléniens ont été autrefois largement exploités aux environs de Châteauneuf-sur-Sornin et de Saint-Denis-de-Cabannes; bien des exploitations sont aujourd'hui envahies par l'eau. D'après M. Thorat, les calcaires auraient 15 à 25 m d'épaisseur à Châteauneuf, et environ 40 m à Saint-Denis. En ce point il existe des niveaux de calcaire à Polypiers et des calcaires à grains de

quartz, qui indiqueraient la proximité du rivage. A Châteauneuf, Roché (1939, p. 212-213) indique qu'à 2 m sous le niveau à oolithes ferrugineuses à *Strenoceras niortense* D'ORB., on trouve *Cadomites multinodus* QUENST., *Cadomites blagdeniformis* ROCHÉ, *Cadomites subcoronatus* OPP. Ici encore, comme dans tout le Charolais et le Brionnais, le calcaire à Entroques monte au moins jusqu'à l'épibole *Maskeites* et, probablement, jusqu'au sommet du Bajocien moyen.

En résumé, le calcaire à Entroques du Charolais et du Brionnais a une épaisseur d'environ 20 m (Charolles) à 30 m (La Boudure), exceptionnellement il atteint 40 m à Saint-Denis-de-Cabannes et seulement 8 m à 10 m à La Rivière, près d'Iguerande. Il débute dès le sommet de la zone à *L. opalinum* (Charolles, Charlieu) et les principaux niveaux de l'**Aalénien supérieur** et du **Bajocien inférieur** sont vraisemblablement présents. Le **Bajocien moyen** est partout plus fossilifère (épiboles *Maskeites* et *Epalxites*), souvent il y a des niveaux à accumulation de fossiles brisés, mais d'autres échantillons ont été recueillis dans des bancs de calcaire à Entroques à grains très réguliers. Des formations à Polypiers ont été signalées seulement au SE, sondage de la Boudure, Saint-Denis-de-Cabanne.

Le **Bajocien supérieur** débute par une oolithe ferrugineuse de la zone à *S. niortense* ; elle manque en quelques points, au NE, à Clessy et à Champlécy ; à Bragny, elle est très peu épaisse et contient presque uniquement une faune de Lamellibranches et Brachiopodes ; elle manque aussi aux Chavannes près d'Iguerande. A Iguerande même, à côté des formes de la zone à *S. niortense*, on ramasse, quelques *Garantia garanti* D'ORB. ; l'oolithe ferrugineuse monterait donc un peu plus haut ici. Ces lacunes, ces variations d'épaisseur ou d'âge, sont normales, nous l'avons déjà vu, dans les dépôts à oolithes ferrugineuses.

Le Bajocien supérieur se poursuit par des calcaires marno-siliceux rappelant le Cret de la région lyonnaise ; au NW, à Clessy, et probablement aussi à Charolles, cette formation correspond seulement à la zone à *G. garanti* ; au S, au contraire, à Iguerande, il comprend aussi la zone à *P. parkinsoni*. A Clessy, comme à Iguerande, ces marno-calcaires sont recouverts par des formations argilo-sableuses et des couches de silix qui débute dans la zone à *G. garanti*, à Clessy, mais sont plus tardives à Iguerande, puisque les calcaires marneux sous-jacents renferment déjà de nombreuses *Parkinsonia*.

APPENDICE

LE BATHONIEN DU CHAROLAIS

Cet étage n'a jamais été signalé dans le Charolais. La carte géologique au 1/80.000^e, feuille de Charolles, indique bien du J^m Bathonien, mais il s'agit de calcaire marneux à *Parkinsonia parkinsoni*.

Or à l'E de Saint-Vincent-les-Bagny, à Champeaux, une petite carrière (738,85 × 171,2) montre de haut en bas :

74. Calcaire blanc, en plaquettes 0,20 m.

73 c. Marno-calcaire blanc ou gris, en petits bancs irréguliers, contenant des oolithes ferrugineuses dispersées dans la masse; leur altération donne souvent des teintes roses à la roche; fossiles assez abondants vers la base; quelques-uns près du sommet :
 0,45 m à 0,50 m.

Tulites subcontractus MOR. et LYC · S. BUCKM. T. A., pl. 270, côtes nettement infléchies en avant.

Tulites (*Rugiferites*) sp. : cf. *R. rugifer* S. BUCKM. T. A., pl. 338, nombreux exemplaires à costulation un peu différente et ombilic plus conique.

Sphaeroceras (*Morrisiceras*) sp. aff. *M. comma*? S. BUCKM. T. A., pl. 285, assez rongé.

Oecotraustes aff. *subfuscus* WAAGEN, 1869, pl. 20, fig. 6, diffère surtout par l'ombilic un peu plus étroit et le bord de l'ombilic très droit.

Oppelia nivernensis DE GROSS.

Perisphinctes pl. sp.

Zeilleria sp. du groupe de *Z. obovata* SOW.

Rhynchonella ehningensis? QUENST.

Belemnites sp.

Pholadomya sp., *Pleurotomaria* sp.

Pygorhytis ovalis LESKE.

Holactypus hemisphericus AGASS.

etc...

73 b. Calcaire marneux blanc, jaunâtre 0,10 m à 0,15 m.

73 a. Marnes blanches feuilletées, peu fossilifères. 0,25 m à 0,40 m.

A la base : *Oppelia* sp., *Pecten* sp., *Pygorhytis ovalis* LESKE.

72. Calcaire marneux blanc ou brun clair, assez compact, aspect sableux, très nombreux *Avicula* (*Pseudomonotis*) *echinata* SOW. 3 m.

La faune du banc (73 c) est celle du TULITAN de S. Buckman ; elle marque à peu près le sommet du Bathonien inférieur. Je ne crois pas que des gisements aussi riches de ce niveau soient connus en Mâconnais ou en Nivernais, il correspond probablement à la partie supérieure des calcaires blancs jaunâtres, dits à *Zigzagiceras arbustigerum*, dans le Mâconnais ¹ et à la partie inférieure du gisement du Tremblay, près de Pougues-les-Eaux, dans la Nièvre ².

La région étant très couverte, il n'est pas possible de raccorder stratigraphiquement cette couche bathonienne aux formations sous-jacentes. Cependant 200 m au S, près du Moulin de Champeaux, au bord de l'Oudrache, soit environ à 5 m ou 6 m plus bas, un sondage effectué en 1899-1900 par les mines de Blanz y, a traversé de 9,20 m à 64,30 m une série de calcaires jaunes, blancs et gris, sablonneux, que Delafond (1902, p. 89) attribue à l'Oligocène; ne serait-ce pas plutôt la série des calcaires bajociens, puisqu'ils surmontent une série de 111 m de marnes et de calcaires marneux attribués au Lias (64,30 m à 175,10 m) ? Notre niveau fossilifère bathonien se situerait ainsi, peut-être, à 45 m au-dessus de la surface terminale du calcaire à Entroques et, en tous cas, à environ 70 m au-dessus des marnes du Lias.

Les calcaires blancs à *Avicula (Pseudomonotis) echinata* Sow. appartiennent aussi au Bathonien ; ils affleurent en plusieurs points au S, à Saint-Léger-lès-Paray.

¹ LISSAJOUS, 1905, 1923.

² DE GROSSOUVRE, 1885 a, p. 363 ; 1930, pp. 363-364.

Série stratigraphique du Charolais et du Brionnais.

		* Marnes à oolithes ferrugineuses.	
BATHONIEN		* <i>Tulites contractus</i> , <i>Œcotraustes subfuscus</i> .	?
		* Calcaire compact à <i>Avicula echinata</i> .	?
		?	
BAJOCIEN sup.		?	Argile sableuse et silex.
45 m environ ?		Argile sableuse et silex à <i>Garantia</i> .	Calcaire marno-siliceux à <i>P. parkinsoni</i> .
		Calc. marno-silic. à <i>Garantia</i> (5 m).	Oolithe ferrugineuse à : — <i>G. garanti</i> ,
		* Oolithe ferrugineuse à <i>S. niortense</i> (0,10 m à 1 m).	— <i>S. niortense</i> .
inf. et moy.	▲	Calcaire à Entroques à :	
		— * <i>S. humphriesi</i> , Norm.	— <i>T. blagdeniforme</i> ,
		— <i>orbigny</i> ,	
20 m à 30 m		— * <i>Emileia brocchii</i> , <i>Witchellia</i> ?, <i>Sonninia</i> ?,	— * <i>O. contractus</i> .
(10 m à la Rivière).		— (<i>Docidoceras perfectum</i> , Roché).	
AALÉNIEN sup.	▼	— * <i>Brasilia baylei</i> .	— * <i>Ludw. juncta</i> .
			Calcaire feuilleté à <i>L. opalinum</i> .
moy.	▲	Marnes à <i>L. opalinum</i> et <i>P. aalen-sis</i> .	Oolithe fer.
inf.		Calcaire marneux et marnes à : — * <i>P. subcompta</i> ,	(La Boudure). Oolithes fer.
		— * <i>Dumortieria</i> .	à Charlieu
		Calcaire marneux et marnes à : — * <i>Pseudogrammoceras</i> , <i>Phly-seogram</i> ,	35 m.
TOARCIEN sup.		— * <i>Grammoceras</i> ,	
40 m environ.		— * <i>Hildoceras semipolitum</i> , <i>Brodiceras</i> , <i>Haugia</i> ,	
		— <i>Hildoceras bifrons</i> , <i>Cæloceras</i> .	
moy.			
inf.		Schistes carton, marnes bitumineuses et calcaires fissiles à Poissons.	
	▼		
DOMÉRIEN sup.		Calcaire marneux ou cristallin et marnes à <i>P. spinatum</i> , <i>Pecten æquivalvis</i> , <i>Gryphæa gigantea</i> , petits Gastéropodes.	
inf.		Marnes micacées gréseuses, dans le tiers sup. : <i>Amaltheus margaritatus</i> ;	
60 m à 80 m.		* vers la base : <i>Amalth. margaritatus</i> , * <i>Grammoceras serene</i> , * <i>Arietoceras apertum</i> ...	

PLIENSACHIEN 0,40 m à 4 m.	Calcaire marneux compact et marnes à : — * <i>Oistoceras</i>, — <i>P. davœi</i> et <i>Ægoceras</i>, — * <i>Ægoceras</i> seuls, — * <i>Acanthopleuroceras</i> et <i>Beaniceras</i>, — <i>Uptonia jamesoni</i>.	lacunes fréquentes cf. fig. 40.
LOTHARINGIEN 6 m.	Calcaire glauconieux, parfois phosphaté à : — * <i>Euechioceras</i>, <i>Deroceras armatum</i>, <i>Oxynoticeras guibali</i>, — * <i>Oxynoticeras oxynotum</i>, <i>Bifericeras</i>. Calcaire à <i>Gryphæa cymbium</i>, <i>Asteroceras</i>, <i>Microderoceras</i>, <i>Epophioceras</i>.	
SINÉMURIEN 0 m à 5 m.	Calcaire à Gryphées arquées avec : — * <i>Arnioceras semicostatum</i>... — * <i>Coron. gmuendense</i>, <i>Euag. sauzeanum</i>, — * <i>Coron. bisulcatum</i>, <i>C. bucklandi</i>, — * <i>Coroniceras rotiforme</i>,	lacune totale ou partielle au Sud cf. fig. 39.
HETTANGIEN 5 m environ.	Calcaire à grains de quartz <i>S. angulata</i>. Calcaire compact à Polypiers, Gastéropodes (<i>Alsatites</i>). Calcaire marneux à <i>Plicatula hettangiensis</i>. Grès et calcaire à Cardinies.	
RHÉTIEN ?	Grès blanc tendre.	

DEUXIÈME PARTIE

SYNTHÈSE STRATIGRAPHIQUE

CHAPITRE XII

Dans ce chapitre, je reprendrai rapidement étage par étage, les principaux résultats acquis dans les monographies régionales précédentes, ce qui permettra d'abord, de préciser la succession des horizons fossilifères et de montrer leur valeur et leur extension géographique, ensuite de rapprocher les diverses séries locales pour suivre les variations de faciès et en déduire les conditions océanographiques qui régnaient dans chaque région aux différents âges ; des schémas ¹ d'ensemble (pl. 11-14) et, pour chaque étage, des cartes (pl. 1-9) résumeront ces données. Enfin, les résultats acquis sur la bordure NE du Massif Central seront comparés à ceux, déjà connus, dans les régions voisines : Bassin de Paris, Jura Souabe et bordure du Massif Central. J'utiliserai pour cela les observations faites au cours d'un certain nombre d'excursions en groupe, dans le Jura, les Ardennes, le Poitou, et celles de voyages d'études personnelles que j'ai effectués en Souabe, dans le Jura, les Ardennes, l'Est lyonnais et l'Ardèche. Pour les autres régions, je m'appuierai sur les monographies locales classiques en les complétant par les notes récemment parues.

RHÉTIEN

Cet étage a été rattaché tantôt au système triasique, tantôt au système liasique. Suivant l'opinion courante en France, malgré quelques critiques récentes, j'ai commencé partout l'étude du Lias par celle du Rhétien, car,

¹ Dans les schémas, pour faciliter le travail graphique et la lecture, j'ai placé sur une même horizontale, prise comme référence, la limite Hettangien-Sinemurien (pl. 11 et 12) ou la limite Aalénien-Bajocien (pl. 13 et 14).

Dans ces schémas, j'ai figuré en pointillé les couches dont l'épaisseur ou le niveau exact n'a pas été précisé en raison de difficultés d'observation ou de renseignements bibliographiques trop sommaires ; les fossiles dont la position stratigraphique n'est pas sûre ont été placés entre parenthèses, et ceux cités par les auteurs anciens entre guillemets.

386 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
en Bourgogne, il comprend les premières couches fossilifères marines du Secondaire et forme un premier petit cycle sédimentaire, annonce de la transgression liasique plus générale.

I. En Bourgogne ¹, le Rhétien bien développé (6 m à 12 m) près de Sombernon (Mâlain, Blaisy, Mémont), est constitué surtout par des bancs de grès plus ou moins grossiers et par un complexe argilo-gréseux. *Avicula contorta* PORTL. est présente à divers niveaux, associée à toute une faune de Lamellibranches : *Protocardium philippianum* DUNK., *Protocardium cloacinum* QUENST., *Myophoria postera* QUENST. ; des écailles et dents de Poissons s'accumulent dans des bone-beds, généralement localisés dans les niveaux grossiers. Au S d'Arnay-le-Duc, sous le complexe argilo-gréseux à *Avicula contorta* PORTL., viennent 3 m à 6 m d'argiles schisteuses noires.

A la Canche on voit, probablement à la base, des grès à végétaux.

A Blaisy ² dans la partie supérieure, on note la présence de 1,20 m de calcaire compact « à chaux hydraulique » ; on retrouve des calcaires analogues moins épais, à un niveau plus bas, à Pouilly-en-Auxois, plus près du Morvan. Au centre de l'Auxois, le Rhétien est moins épais : 4 m environ à Pouillenay où il existe encore un petit banc de calcaire marneux (0,15 m) ; 1 m à 2 m seulement dans les environs de Semur. A l'W de la ville, l'étage tout entier manque et il semble bien que, comme l'affirme Collenot ³, Semur marque à peu près le terme occidental de la transgression rhétienne en bordure N du Morvan.

Au S de la Bourgogne, en Autunois, cet étage, toujours épais (10 m à 15 m), débute par des grès à *Avicula contorta* PORTL., riches en végétaux, *Clathropteris platyphylla* BRONG., au plateau d'Antully (6 m à 8 m) ; il se poursuit par des argiles noires schisteuses alternant avec des calcaires à chaux hydraulique, et se termine par un complexe de marnes versicolores, de grès grossiers à bone-beds, de calcaires magnésiens et cargneules. *Avicula contorta* PORTL. est présente à tous les niveaux.

En Mâconnais, le Rhétien, à peu près aussi épais, comprend, toujours avec la même faune, des grès, des calcaires magnésiens souvent caverneux et des argiles noires. Dans le Mont d'Or lyonnais, les formations les plus caractéristiques sont les calcaires magnésiens moirés, jaunes, compacts ou caverneux, à *Avicula contorta* PORTL. et les lames de calcite fibreuse ; il n'existe que quelques petits bancs de grès, généralement à la base ; les argiles et marnes ocreuses sont fréquentes à la base ou au sommet.

Ainsi sur toute cette bordure orientale du Massif Central, le Rhétien est un dépôt de mer peu profonde, à nombreux Lamellibranches peu variés ;

¹ COLLENOT, 1873, pp. 108-139.

² COLLENOT, 1873, pp. 134-137.

³ COLLENOT, 1873, p. 123 ; 1879, pp. 785-786 ; 1889, p. 44.

les couches sont souvent gréseuses ; la transgression est encore hésitante, les perpétuelles variations d'épaisseur et de composition en sont un indice. Les bone-beds, ici très rudimentaires et beaucoup moins riches en débris de Vertébrés qu'en Souabe et en Angleterre, sont généralement interprétés comme une conséquence des variations brusques de la salinité des eaux ; les calcaires dolomitiques caverneux et certaines argiles vertes panachées pourraient correspondre à des épisodes lagunaires.

II. A l'W du Morvan, ainsi qu'en Charolais et Brionnais, on attribue également au Rhétien des grès ou des sables blancs, des calcaires magnésiens et des argiles vertes ; ces formations sont peu fossilifères ; Ebray cite cependant *Avicula contorta* PORTL. en plusieurs points du Nivernais ; Vélain la signale au NW du Morvan, à Avallon et à Corbigny ; mais Colletot, le Frère Anastase et Lefort (cf. p. 143) se sont élevés contre ces affirmations : ces couches appartiendraient à l'Hettangien inférieur. D'après ces auteurs, le Rhétien n'aurait pas dépassé Semur à l'W, il n'existerait pas sur la bordure occidentale du Morvan elle-même, mais peut-être plus loin dans la région de Saint-Saulge. Je n'ai pu retrouver ni *Avicula contorta* PORTL., ni une autre forme caractéristique du Rhétien dans aucun des gisements mentionnés ; il m'est donc difficile de préciser les contours d'une mer rhétienne hypothétique à l'W du Morvan.

III. Sur la bordure N du Massif Central, en Berry, les calcaires, dolomitiques ou non, et les argiles vertes, attribués à cet étage, renferment une faune importante, mais peu variée et souvent mal conservée de *Gervilleia*, *Mytilus*, *Isocyprina* qui paraissent banals ou même assez nettement hettangiens. Aucune forme caractéristique du Rhétien n'a été rencontrée ; en particulier la faune signalée par Terquem (1866, p. 335 sq.) et Sand dans les jaspes du Chaumois ne contient pas *Avicula contorta* PORTL. elle-même ; les autres Mollusques, cités ou recueillis sur place, peuvent se rapporter aussi bien ou mieux à des formes hettangiennes. Les quelques plantes provenant de ces niveaux, dans des couches ou des lentilles d'argile au milieu des grès, ont des affinités liasiques et non triasiques, ce qui écarte probablement leur attribution au Rhétien.

Dans ces conditions il faut dire que la présence de Rhétien à l'W du Morvan et en tout cas, au delà de la Loire, n'est pas prouvée. On peut continuer à lui attribuer des sables blancs et des argiles, mais il s'agit probablement de dépôts continentaux difficiles à dater.

Comparaison avec les régions voisines.

Notre Rhétien est, dans l'ensemble, moins épais et moins complet que celui de l'Est de la France. En Lorraine et Haute-Marne, les grès, épais selon Corroy (1932) de 10 m à 15 m, ou même 30 m, reposent sur des argiles schisteuses ou gréseuses, et sont généralement surmontés par des marnes rouges lie de vin dites « marnes de

Levallois », repère commode dans les sondages (Guillaume, 1941, p. 52). Dans le Jura Lédonien (Girardot, 1896, p. 46-64) et dans le Massif de la Serre (J. Joly, 1937), le Rhétien, toujours épais (20 m à 25 m), reste gréseux à la base (Grès de Boisset) et comprend au-dessus, des argiles schisteuses noires avec intercalation de calcaires, de dolomies cloisonnées et de bone-beds; il se termine par des marnes rouges et blanches. « les marnes pseudo-irisées » d'Henry (1875, p. 322-348), qui pourraient correspondre aux marnes de Levallois. En Souabe, le Rhétien est uniquement gréseux, peu épais ou même souvent absent : 0 m à 7 m de grès quartzeux fossilifère surmonté par un bone-bed, très riche aux environs de Tübingen.

Au S du Jura, au contraire, dans les régions alpines et méditerranéennes, les faciès argileux et surtout calcaires sont de plus en plus développés. Aux environs de Grenoble, le Rhétien est essentiellement calcaire (10 m : Moret et Manquat, 1949). A Digne, plus épais, il comprend des schistes noirs compacts et des calcaires noirs fossilifères. Sur la rive droite du Rhône, le Rhétien manque à Crussol, mais il est représenté par des calcaires dolomitiques ou gréseux et des marnes dans le S de l'Ardèche (Roman, 1950) et près de Saint-Ambroix (33 m; de Brun et Vedel, 1919). En Languedoc et dans les Causses (Roquefort, 1932, 1934, 1935), il comprend des grès à petits éléments de quartz blanc roulé, alternant avec des marnes et des calcaires marneux en plaquettes, souvent dolomitiques, à *Avicula contorta* PORTL. Les Corbières formaient une île; sur son pourtour, comme sur la bordure SW du Massif Central, on trouve des grès grossiers parfois arkosiques et des conglomérats. Au SW de la Garonne on a encore des cargneules, des calcaires marneux dolomitiques et des marnes, mais ils sont d'origine lagunaire et peu fossilifères (Dubar, 1925; Thévenin, 1903).

Ainsi, il semble établi que le Massif Central, comme les Corbières, n'a été entouré que partiellement par la mer rhétienne qui régnait à l'E. Celle-ci ne s'est avancée que timidement au N et au S, si bien qu'au SW, comme sur une bonne partie de la bordure N, le Rhétien, lorsqu'il existe, montre un faciès continental ou, tout au plus, lagunaire.

§ 2. — HETTANGIEN

Divisions. Aucune des régions étudiées n'a donné une coupe complète où tous les niveaux soient parfaitement datés. J'admettrai donc ici les divisions classiques suivantes :

		Zones d'Oppel.
HETTANGIEN sup. :	<i>Schlotheimia</i> ¹ <i>angulata</i> .	} <i>S. angulata</i> .
HETTANGIEN moy. :	<i>Alsatites liasicus</i> .	
	<i>A. laqueus</i> .	
HETTANGIEN inf. :	Horizon à <i>P. (Caloceras) johnstoni</i> .	} <i>Ps. planorbe</i> .
	Horizon à <i>Psiloceras planorbe</i> .	
	Couches de base sans Ammonites (= « pré-planorbe beds »).	

¹ Ayant peu de *Schlotheimia* de l'Hettangien, je ne ferai pas usage du sous-genre *Scamnoceras* LANGE, 1924.

Succession des faunes et type local.

On peut prendre comme type la disposition simple de l'Auxois où l'Hettangien comprend deux termes. A la base, **la Lumachelle**, épaisse de 2 m à 6 m, est formée de bancs calcaires très fossilifères, séparés par des marnes ; elle n'a jamais fourni d'Ammonites, on admet qu'elle correspond à la zone à *P. planorbe*, car les couches qui la recouvrent contiennent une faune de l'Hettangien moyen. Parmi les fossiles abondants dans cette première zone, il faut citer *Ostrea sublamellosa*¹ DUNK. et les Plicatules, *P. oceani* D'ORB., *P. hettangiensis* TERQ. Le grand nombre des Cardinies est dû au faciès littoral qui régnait à Semur.

En d'autres localités, *Æquipecten pollux* D'ORB. occupe généralement un niveau inférieur qui pourrait correspondre aux « pré-planorbe beds » des auteurs anglais, tandis que *Chlamys valoniensis* DEFR. abonde au sommet, au-dessus de *P. planorbe* Sow., à peu près au niveau de *P. johnstoni* Sow.

Au-dessus, vient un calcaire plus marneux, en bancs compacts, à fossiles de calcite, appelé « **foie de veau** » ; il est épais de 1 m à 2 m et correspond à l'Hettangien moyen et supérieur puisqu'il renferme, à la base, *Alsatites laqueus* QUENST. et au sommet, *Schlotheimia angulata* SCHLOTH. L'abondante faune de petits Gastéropodes, parfois considérée comme caractéristique de ces horizons, persiste en réalité à la base du Sinémurien.

Variations de faciès (pl. 1 et 2).

I. Sur la *bordure orientale du Morvan*, l'**Hettangien inférieur** présente le faciès lumachelle ; son aspect varie cependant ; assez typique à Semuren-Auxois, il se termine par une couche de minéral de fer à Thoste et à Beauregard ; au S de Semur, en lisière du Morvan vers Précy-sous-Thil et jusqu'à Liernais, la Lumachelle devient caverneuse et se charge de petits grains de quartz ; elle est silicifiée dans des lambeaux isolés sur le Morvan, dans certains gisements des bords du Serein ou du Cousin, ainsi qu'aux environs de Montlay. A Saulieu, la Lumachelle, plus marneuse (3,40 m), se poursuit jusqu'à l'Hettangien moyen avec *Alsatites laqueus* QUENST.

Au S de la Côte-d'Or (Arnay-le-Duc, Nolay), et dans le Mâconnais, les bancs de Lumachelle, plus marneux, sont séparés par d'épais lits de marnes, particulièrement développés à la base. Au *Mont d'Or lyonnais*, la série débute aussi par des argiles et des marnes, mais la Lumachelle est peu développée ; l'Hettangien inférieur, assez épais cependant en ce point, comprend, comme dans le Beaujolais, un calcaire pseudolithographique à *Diademopsis*, le « Choin Bâtard », et des calcaires plus cristallins se débi-

¹ Cette Huître est très voisine d'*Ostrea hisingeri* NUS., peut-être même lui est-elle identique.

390 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
tant en plaquettes avec *Psiloceras planorbe* Sow. à la base et, un peu plus haut, de très nombreux *Chlamys valoniensis* DEFR.

L'**Hettangien moyen et supérieur** est peu développé sur toute cette bordure orientale : des calcaires marneux, peu épais, de type voisin du foie de veau, avec des *Schlotheimia* (Semur, Vic-sous-Thil) et plus souvent des *Alsatites* (Saulieu, Liernais, Bar, Mâconnais). Au Mont d'Or lyonnais et dans le Beaujolais, l'Hettangien moyen semble manquer ; un calcaire marneux, blanc, rognoneux, peu épais, contient *Schlotheimia angulata* SCHLÖTH. cette forme existerait encore, d'après Dumortier, à la base des calcaires à grains de quartz qui sont pour la plus grande partie du Sinémurien inférieur.

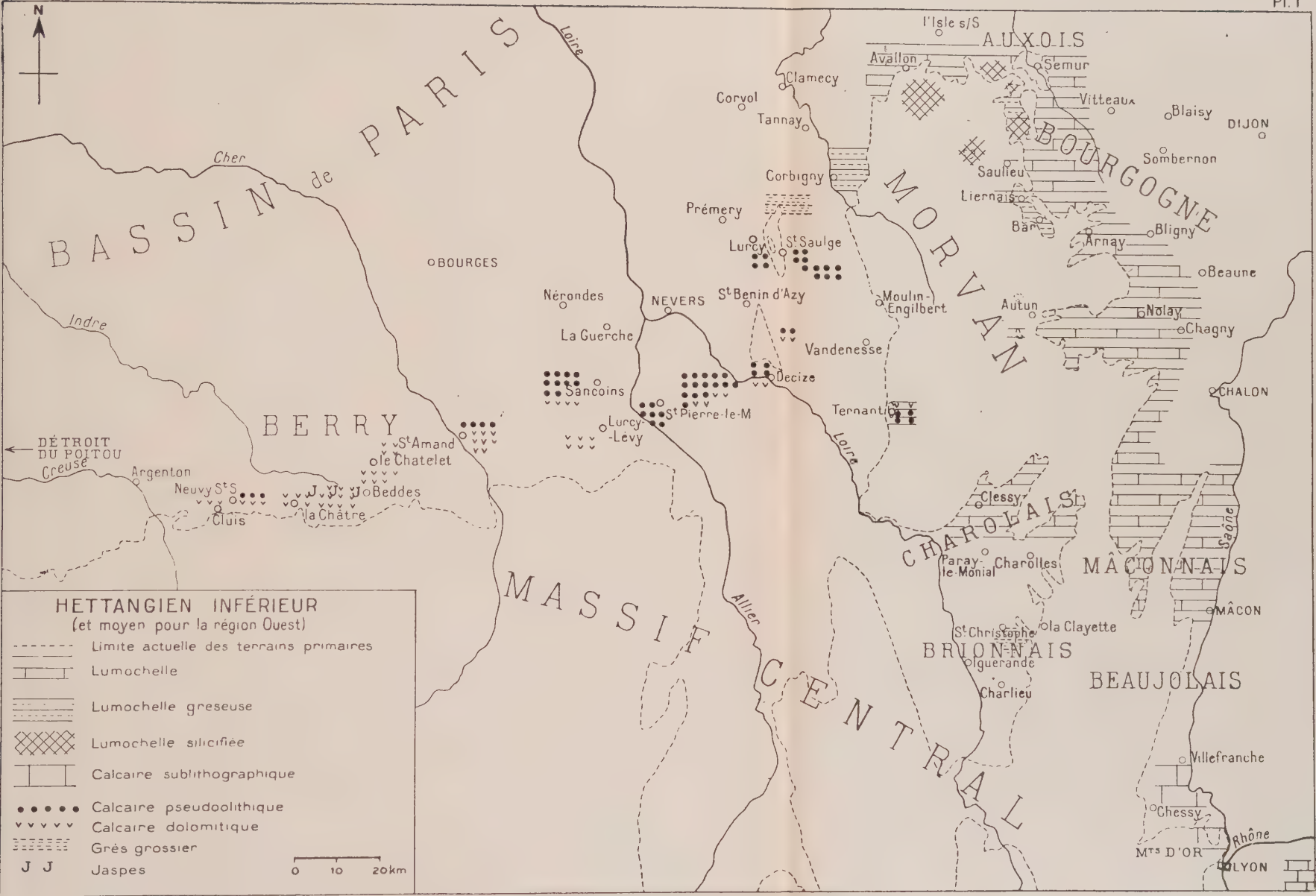
En outre, depuis le S de Semur jusqu'au Mâconnais, on trouve d'une façon à peu près continue des dépôts à oolites ferrugineuses ; ils sont du sommet de l'Hettangien inférieur, de l'Hettangien moyen et supérieur à Beauregard ; de l'Hettangien moyen à Vic-sous-Thil et à Liernais ; de l'horizon à *P. johnstoni* au S d'Arnay-le-Duc ; de l'Hettangien moyen et supérieur à Nolay et Mazenay (*A. liasicus*, *S. angulata*), et sans doute dans le Mâconnais. Il ne s'agit pas d'une mince bande qui borderait le Morvan, mais d'un dépôt assez étendu, connu à la fois à Liernais, Arnay-le-Duc et Mandelot (près de Beaune) et peut-être à Sombernon ; d'après Pellat (1858, p. 168), il existe très réduit aux environs d'Autun : à Curgy et à Geunan.

En Mâconnais, il est connu à la fois à l'E et à l'W ; nous allons le retrouver au N du Charolais. A cette oolithe ferrugineuse hettangienne se superpose souvent, sans intermédiaire, une autre oolithe qui marque la base du Sinémurien (Vic-sous-Thil, Liernais, Ivry-en-Montagne, Nolay).

En Charolais, l'Hettangien garde un type voisin de celui de la bordure orientale : des calcaires lumachelles à la base, puis un horizon à *Alsatites* auquel appartiennent peut-être aussi des calcaires compacts à Polypiers et Gastéropodes ; l'horizon à *S. angulata* n'a pas été trouvé, mais au N de Charolles, on a exploité autrefois un niveau à oolites ferrugineuses, probablement de l'Hettangien moyen et supérieur.

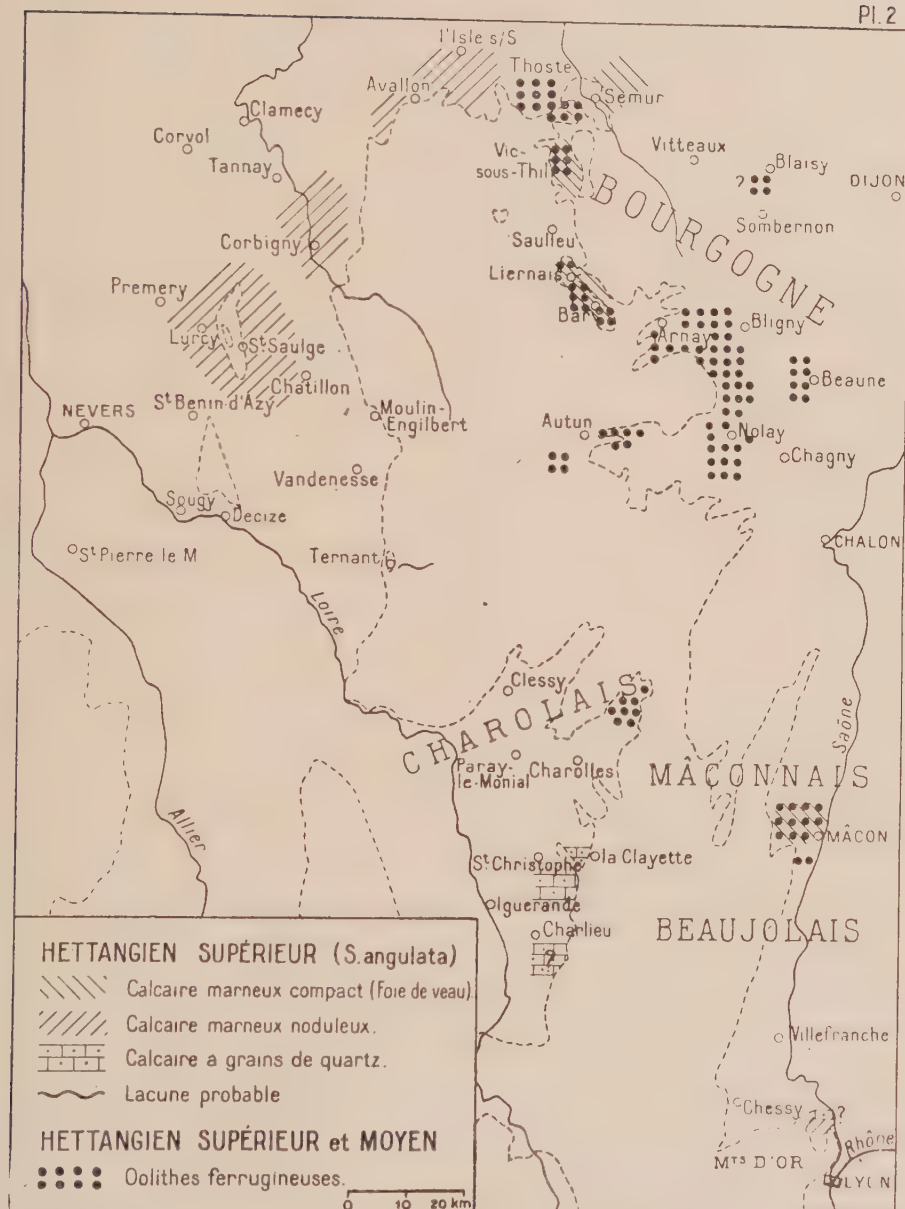
En Brionnais, l'étage, plus épais, comprend des grès grossiers à Cardinies (*Z.* à *P. planorbe* ?) et des calcaires marneux à petits grains de quartz qui contiennent *Schlotheimia angulata* SCHLÖTH. Au S du Sornin, seuls, des calcaires à grains de quartz et des grès peuvent être rapportés, sans preuve, à cet étage.

II. Sur la bordure occidentale du Morvan, on retrouve à Avallon la même disposition qu'à Semur : à la base, la Lumachelle dont les bancs sont séparés par d'épaisses couches marneuses, aurait environ 4 m. Au-dessus, l'Hettangien moyen et supérieur (*Alsatites laqueus* QUENST. et *Schlotheimia angulata* SCHLÖTH.), un peu plus épais (8 m), présente un faciès légèrement



CARTE GÉOLOGIQUE. — Bulletin n° 236.

Pl. 2



différent, celui des calcaires marneux noduleux, mais contient la même faune (Martin, 1859 a, p. 273). A Corbigny, l'Hettangien inférieur, plus gréseux et plus réduit, 2 m à 3 m, est formé de bancs épais où on retrouve à certains niveaux l'aspect de lumachelle ; mais au-dessus viennent toujours des calcaires marneux noduleux à *Alsatiles liasicus* D'ORB. et *Schlotheimia angulata* SCHLOTH.

Aux environs du Massif de Saint-Saulge, l'Hettangien inférieur et moyen prend des aspects assez variés ; essentiellement gréseux à Saint-Révérien, il renferme même des poudingues à Moussy ; généralement dolomitique et caverneux dans sa partie moyenne, il est gréseux vers sa base, où l'on rencontre souvent des plaquettes calcaires à *Diademopsis*. Le faciès de calcaire pseudoolithique blanc à grain fin commence dans l'Hettangien moyen (*Alsatiles* sp.) de la région de Saint-Saulge et de Châtillon-en-Bazois, parallèlement au faciès de calcaire à Polypiers et Encrines de Billy, mais il se développe surtout près de la Loire, à Sougy, entre Loire et Allier et au delà, aux environs de Sancoins ; il se retrouve à Ternant.

Dans ces régions, l'Hettangien supérieur est formé de calcaires marneux noduleux ; ils sont cantonnés dans l'horizon à *S. angulata*, alors qu'au N, à Corbigny et à Avallon, ils débutent dès l'horizon à *A. laqueus* ; au S, ou bien ils paraissent manquer, à Ternant, ou bien, à Sougy et au Pont du Veudre, ils appartiennent au Sinémurien inférieur ; ainsi, à mesure qu'on va vers le S, on rencontre des calcaires noduleux d'âge de plus en plus récent.

III. Sur le bord N du Massif Central, le parallélisme des dépôts devient difficile à établir en raison du manque de fossiles caractéristiques ; aucune Ammonite n'a été rencontrée ; il faut se contenter de mauvais Lamellibranches. Un premier fait à noter est la très grande épaisseur de l'Hettangien : 50 m environ dans la région de Sancoins et de Saint-Amand ; entre Loire et Allier, les dépôts étaient déjà passés de 15 m à Sougy à plus de 25 m au Pont-du-Veurdre, les couches sont assez uniformes et moins détritiques qu'ailleurs, il semble qu'on soit plus loin des rivages et des courants. A Sancoins, l'Hettangien comprend des calcaires marneux compacts, des marnes et de beaux calcaires pseudoolithiques ; un peu au S, à Lurey-Lévy, on ne connaît que le faciès de calcaire dolomitique caverneux, moins épais. En se déplaçant vers l'W, on voit à Saint-Amand les calcaires marneux dolomitiques prendre un grand développement dans la partie moyenne ; le faciès pseudoolithique, ne subsiste, assez réduit, qu'à la partie supérieure, alors qu'à la partie inférieure on exploite un calcaire compact sublithographique, à *Diademopsis*, appelé « calcaire pavé » ; la base est constituée par des argiles vertes à Poissons et des calcaires dolomitiques qui ont été souvent rangés dans le Rhétien.

Aux environs du Châtelet, vers Saint-Jeanvrin et Beddes, l'Hettangien formé surtout de calcaire dolomitique ne dépasse pas 20 m ; dans sa partie

supérieure, un niveau de silex parfois fossilifère se suit de la Jarrée, au S du Châtelet, jusqu'au Chaumoïs près de La Châtre ; attribué jusqu'ici sans preuve décisive au Rhétien, il est probablement hettangien.

Autour de La Châtre, cet étage comprend au moins la partie inférieure d'une série de 15 m de calcaires jaunes poudreux, dolomitiques, à *Gervilleia*, *Isocyprina*, *Modiola* et, à la base, des argiles à lignite avec deux bancs de calcaire blanc compact. Aux Chaumes, à l'E de Neuvy-Saint-Sépulcre, les calcaires dolomitiques sont très réduits et un calcaire blanc nettement pseudoolithique renferme *Diademopsis serialis* DESOR et une riche faune de Gastéropodes, généralement roulés. Plus à l'W, à Cluis, Hallé, Pommiers, on retrouve le complexe de calcaire jaune dolomitique et de marnes vertes dont l'épaisseur diminue progressivement ; il a pratiquement disparu au delà de la Creuse. Ce faciès envahit la partie inférieure et moyenne du Sinémurien, peut-être déjà à La Châtre, en tout cas au voisinage de la Creuse où il renferme des Gryphées arquées (Badecon) ; les lignites de La Châtre sont connus à Cluis et les calcaires blancs se retrouvent jusqu'à Pommiers.

Interprétation. — Cette répartition des faciès nous permet d'esquisser une interprétation paléogéographique. Il est certain d'abord que la mer de la Lumachelle s'avancait d'au moins 10 km sur une partie du NE du Morvan primaire actuel ; une série de témoins isolés d'Hettangien, silicifié ou non, au S d'Avallon, à l'W de Saulieu et au S de Liernais, en sont une preuve indiscutable. D'autre part, la constance relative de ces dépôts de lumachelle sur la bordure orientale contraste avec les variations de faciès multiples de la bordure occidentale. A l'E, la mer avait dû s'avancer franchement sur le massif ancien ; à l'W, des courants complexes régnaient probablement autour d'une série d'îles et de hauts-fonds, une partie du Morvan lui-même restait émergée et il pouvait subsister des golfes à tendances lagunaires, ce qui expliquerait les poudingues et grès grossiers de Moussy, ainsi que le développement des calcaires dolomitiques, inconnus ou réduits, au contraire, sur la bordure orientale.

A l'Hettangien supérieur, le développement des calcaires marneux noduleux montre une stabilité plus grande de la mer dans l'angle NW du Morvan, alors qu'au contraire, un régime de courants règne probablement sur toute la bordure orientale, comme paraît l'indiquer la faible épaisseur des dépôts et la présence de niveaux d'oolithes ferrugineuses.

La parenté des formations du Charolais avec celles du Mâconnais et du S de la Côte d'Or, fait supposer que les communications étaient largement établies entre ces deux régions, les massifs anciens du haut Mâconnais étaient entièrement submergés ; par contre, les caractères spéciaux des dépôts du Brionnais et la présence de calcaire à grains de quartz, liés à une transgression plus tardive au S du Sornin, font penser que le Brionnais constituait une sorte de golfe, ouvert au N et au NW et isolé du Beaujolais et du Mont d'Or lyonnais par une terre émergée ; ce qui expliquerait, en même

394 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
temps, l'abondance d'éléments détritiques dans les sédiments des régions voisines.

A l'W, entre la Loire et l'Allier et au delà, jusqu'à Saint-Amand, la grande épaisseur des dépôts indique une région plus profonde où s'accumulent les calcaires pseudoolithiques ; ce *maximum d'épaisseur* se situe à peu près au droit du futur fossé d'effondrement de la Limagne, mais s'étend davantage à l'W.

Enfin le faciès des *calcaires marneux dolomitiques* associés à des *marnes vertes*, déjà noté en Nivernais et développé surtout à partir de Saint-Amand et jusqu'à la Creuse correspond à des conditions assez particulières ; la *faune, de type résiduel*, formée de nombreux individus appartenant à des espèces et des genres peu variés, cantonnée à des niveaux limités, dans des séries peu fossilifères, *suggère un régime lagunaire*, ou tout au moins un régime voisin de celui-ci et qui pourrait correspondre aux phases préliminaires du développement de la transgression de la mer hettangienne ; d'ailleurs des niveaux nettement marins à Echinodermes sont connus à Saint-Amand et à Neuvy-Saint-Sépulcre.

Comparaison avec les régions voisines.

L'Hettangien de l'Est de la France est encore plus réduit que celui de Semur et de la bordure orientale du Morvan.

La zone à *P. planorbe* est peu épaisse en Lorraine et en Haute-Marne (Gérard et Gardet, 1938, p. 532) ; elle manque localement, en particulier dans les Vosges occidentales (Minoux, 1934, p. 23). Absente à Belfort et en Haute-Saône, elle réapparaît aux environs de Besançon : rudimentaire à Miserey, elle a 0,30 m à Beurre, 0,60 m à Vorges et atteint 1,50 m à 2 m dans la région de Lons-le-Saunier à l'état de calcaire gréseux.

La zone à *S. angulata* est mieux représentée. En Lorraine on a une alternance de marnes et de calcaire marneux, analogue à celle du Sinémurien (3 m à 4 m), qui passe au N à une épaisse série gréseuse (grès d'Hettange, partie inférieure). Dans les Vosges occidentales, en Haute-Marne, aux environs de Besançon, et dans le Massif de la Serre, c'est un calcaire fossilifère, gris-bleu, peu épais (1 m), qui passe insensiblement au calcaire à Gryphées sinémurien ; autour de Lons-le-Saunier les calcaires légèrement gréseux atteignent 2 m. Cet Hettangien supérieur manquerait, au contraire, au N du Jura, près de Bâle, et à Belfort.

Dans le Jura Souabe, l'Hettangien plus épais (10 m à 20 m) et plus marneux comprend un banc de calcaire à *Psiloceras* (Pylonotenbank) surmonté de marnes à rares bancs de calcaires (Pylonotentone : 8 m à Tübingen). L'Hettangien supérieur plus réduit rappelle celui de la bordure orientale du Morvan avec des calcaires marneux, des niveaux à oolithes ferrugineuses (Ewattingen, environs de Tübingen), des calcaires oolithiques et des grès.

Sur la bordure N du Bassin de Paris, l'Hettangien ne dépasse guère Mézières à l'W ; il se retrouve cependant localement autour de Laval-Morency. En Normandie il est un peu plus épais : d'abord marneux (7 m à 8 m), puis calcaréo-gréseux ou calcaire (10 m à 16 m). Il était probablement plus développé dans le centre du Bassin de

Paris puisque le sondage de Ferrières-en-Bray en a traversé 121 m ¹ : d'abord marneux, il devient rapidement calcaire et se termine par un niveau oolithique (Pruvost, 1928).

Sur les bordures W* et SW du Bassin de Paris, on attribue à l'Hettangien des calcaires compacts blanchâtres et des calcaires dolomitiques jaune et brun nankin, qui ont donné une faune de Mollusques peu caractéristiques. Ces faciès rappellent ceux de l'Indre.

II. Dans l'Est lyonnais, on retrouve, comme dans le Mont d'Or, des calcaires marneux compacts sublithographiques de l'Hettangien inférieur et moyen, qui ont donné à Saint-Quentin, *Psiloceras (Caloceras) johnstoni* Sow., *Alsatites laqueus* QUENST., etc. Au-dessus, viennent des calcaires à grains de quartz, sans fossile, qui appartiennent, peut-être, déjà en partie au Sinémurien, comme au Mont d'Or (Rosset, 1947).

Dans le Jura méridional, d'après Riche (1894) et les sondages de Vaux-en-Bugey (cf. Riche in Schoeffler, 1941), on aurait 40 m de grès et de schistes comprenant à la fois le Rhétien et l'Hettangien; au sommet on connaît quelques bancs de calcaire à grains de quartz (Sinémurien?).

Dans la zone externe des Alpes, près de Grenoble, l'Hettangien débute par un calcaire à Entroques et se poursuit dans les premiers mètres d'une épaisse série de calcaire noir un peu marneux (Moret et Manquat, 1949). A Digne, calcaréo-marneux, il dépasse 25 m.

Sur la rive droite du Rhône, en Ardèche, l'Hettangien, à l'état de calcaire marneux, souvent noduleux, est généralement épais, avec *Psiloceras planorbe* Sow., *Schlotheimia angulata* SCHLOT. et de nombreux Lamellibranches aux environs de Privas et d'Aubenas. A Uzer, la partie inférieure devient un calcaire dolomitique jaune nankin; au N du Gard, au contraire, c'est l'Hettangien supérieur qui est dolomitique (Roman, 1950). Dans le S du Gard et dans les Causses, les Ammonites manquent presque toujours (Roquefort, 1934), on trouve, à la base, des calcaires compacts ou des calcaires marneux noduleux à Lamellibranches ou Polypiers et des calcaires capucien (zone à *P. planorbe*), surmontés par une épaisse série de calcaires marneux et dolomitiques (zone à *S. angulata*), vers le sommet desquels un niveau à Plantes a été signalé depuis longtemps, à Mende, avec : *Brachyphyllum paparelli* SAP., *Thinnfeldia rhomboidalis* ERT., *Cheirolepis muensteri* SCHIMP et peut se suivre de la Lozère à l'Hérault.

Dans le détroit de Rodez, on retrouve des calcaires compacts, des calcaires en plaquettes assez fossilifères et des calcaires oolithiques ou à débris (Boisse de Black, 1933). Les mêmes calcaires, avec des faciès plus dolomitiques, affleurent d'après Glangeaud (1895) sur toute la bordure SW du Massif Central. En Vendée et dans les Deux-Sèvres, dans les niveaux argilo-sableux situés sous des calcaires dolomitiques jaune nankin, analogues à ceux de la bordure SW du Bassin de Paris, A. Carpentier (1947) a décrit une flore « infraliasique », probablement hettangienne, avec *Brachyphyllum paparelli* SAP., *Thinnfeldia rhomboidalis* ERT., etc... Il est inutile de souligner la parenté de ces calcaires et de ces niveaux argilo-sableux avec ceux de l'Indre.

¹ C'est par erreur qu'Abrard (1950, p. 261) parle de 21 m.

§ 3. — SINÉMURIEN

Type de l'étage et divisions. — D'Orbigny (1842, p. 604) a pris le type de son étage Sinémurien à **Semur-en-Auxois**. Il est formé de 6 m de calcaire gris-bleu, assez cristallin, en bancs de 10 cm à 30 cm, à surfaces ondulées, séparés par de minces délits schisteux et contient de très nombreuses Gryphées. Ce « calcaire à Gryphées » ne comprend pratiquement, en ce point, que le Sinémurien au sens restreint de Haug. (1908, pp. 948-954). Le Lotharingien n'est représenté que par des nodules phosphatés et, en outre, au N de la ville, par 1,20 m de calcaire.

Les couches sinémuriennes montrent au moins huit horizons fossilifères :

SINÉMURIEN sup.	{ 24.	{ <i>Arnioceras semicostatum</i> Y. et B., <i>A. miserabile</i> QUENST.
		{ <i>Arnioceras geometricum</i> OPP., <i>Arietites falsani</i> DUM.
	{ 23.	{ <i>Euagassicerus sauzeanum</i> D'ORB., <i>Metarnioceras</i> .
		{ <i>Agassicerus</i> (<i>Ætomoceras</i>) <i>scipionianum</i> D'ORB.
SINÉMURIEN moy.	{ 22.	{ <i>Arnioceras ceratitoides</i> QUENST.
		{ <i>Coroniceras bucklandi</i> SOW.
SINÉMURIEN inf.	{ 21.	{ <i>Arnioceras kridion</i> ZIET., <i>Megarietites meridionalis</i> REYNÈS.
		{ <i>Coroniceras rotiforme</i> SOW.
	{ 20.	{ <i>Vermiceras cordieri</i> CANAV.

Succession des faunes. — L'étage n'est pas partout aussi fossilifère, mais on peut généralement, en particulier autour du Morvan, reconnaître les ensembles suivants :

— un **Sinémurien inférieur** (1 m à 2 m) à grandes Cardinies et *Pinnâ*, pauvre en Gryphées ; lithologiquement il rappelle encore un peu l'Hettangien supérieur. Souvent on peut distinguer un niveau inférieur (20) plus marneux à *Vermiceras* et un niveau supérieur (21) à *Coroniceras rotiforme* Sow. On y rencontre encore des *Schlotheimia* des groupes de *S. trapezoidalis* Sow., *S. catenata* Sow. et souvent une faune abondante de petits Gastéropodes identiques à ceux du « foie de veau » ;

— un **Sinémurien moyen**, marqué par l'abondance des Gryphées arquées : *Gryphæa arcuata* LMK. typique et des variétés plus obliques oscillant autour de la variété *rhodanensis* DE BRUN (1926, pp. 24, 55, pl. 1, fig. 2, pl. 2, fig. 10-11 ; = *G. arcuata* GOLDF., pl. 84, fig. 2). A la base, on note souvent la présence d'*Arnioceras* à section ogivale et forte carène du groupe de *A. kridion* ZIETEN (? *Arnioceratoides* SPATH., 1924, p. 204) ; *Megarietites meridionalis* REYNÈS et des formes voisines semblent se situer aussi dans la partie inférieure, avec les dernières *Schlotheimia* du groupe de *S. catenata* Sow.

Dans la partie moyenne, abondent les gros *Coroniceras* des groupes de

C. bucklandi Sow., *C. bisulcatum* BRUG. avec de très nombreuses variétés ; ils sont associés à des *Arnioceras ceratitoides* QUENST. et à d'autres *Arnioceras* ; à Semur, les premiers occupent un niveau légèrement supérieur à celui où les gros *Coroniceras* sont le plus abondants.

Belemnites acutus MILL. apparaît seulement dans le Sinémurien moyen et elle y est très vite abondante.

— Un **Sinémurien supérieur** comprend souvent, au milieu des calcaires gris-bleu assez cristallins, de petits délités de calcaire marneux feuilleté ou à nodules phosphatés de couleur plus claire. Vers sa base, les deux niveaux à *Agassiceras* (*Ætomoceras*) *scipionianum* D'ORB. (23 a) et à *Eua-gassiceras sauzeanum* D'ORB., associés à des *Metarnioceras* (23 b), se suivent assez bien sur la bordure W (Corbigny, Tammay), on les retrouve même dans l'Indre ; mais ces fossiles semblent plus rares sur la bordure E, surtout dans le Mâconnais et le Lyonnais ; à leur niveau on trouve généralement *Paracorniceras gmuendense* OPP. Un peu plus haut, *Arietites falsani* DUM. se rencontre partout, associé à des *Arnioceras* du groupe de *A. geometricum* OPP., dans des niveaux plus marneux ou phosphatés.

Enfin au sommet du Sinémurien, se situe le niveau à *Arnioceras* à tours internes longtemps lisses, *Arnioceras miserabile* QUENST. et le groupe d'*Arnioceras semicostatum* Y. et B. avec des formes typiques (BUCKM. Y. T. A., pl. 112) et des formes de plus en plus éloignées, figurées par Hyatt., pl. 2 et par Lange (1925, pl. 18, fig. 2, pl. 19, fig. 1) ; ce groupe difficile à débrouiller se rencontre parfois, ainsi que certains *Arnioceras miserabile* QUENST., dès la base du Sinémurien supérieur, mais les formes les plus nombreuses constituent un niveau généralement facile à reconnaître au sommet du Sinémurien. Au S de la Côte d'Or et en Saône-et-Loire, Dumortier avait déjà noté que ce niveau forme généralement un banc repère à petites Ammonites en calcite dégagées par l'érosion, *Arnioceras tricarénés*, *Coroniceras resurgens* DUM. (= petite forme du groupe de *C. multico-statum* Sow.), *Metacymbites davidsoni* D'ORB. (DUM. L. Inf., pl. 21, fig. 1-4) et d'autres formes lisses. Dans ce Sinémurien supérieur et spécialement dans l'horizon à *A. semicostatum*, on rencontre d'une façon constante des « *Coroniceras* » à sillons externes bien marqués, à côtes nombreuses et fortement tuberculées, voisins de *Coroniceras multico-statum* Sow. au moins tel que l'interprète Reynès. Ces formes, avec leur section en lyre, paraissent appartenir au même groupe qu'*Am. bisulcatus* BRUG. (Wright, pl. 4, fig. 1-2). D'autres Ammonites non tuberculées, voisines d'*Am. alcinoe* REYNÈS leur sont associées. Les unes et les autres sont rangées par Spath¹ dans le genre *Pararnioceras* ; leur étude sera faite ultérieurement ; je les ai appelées provisoirement *Pararnioceras* sp.

Signalons aussi, au sommet de l'étage, des *Coroniceras* aff. *gaudryi*

¹ SPATH, 1923, p. 73, cf. *Proceed. Geol. Soc.*, n° 1079, janvier 1922, p. 30.

Variations de faciès (pl. 3) :

I et II. Sur toute la *bordure du Morvan*, le Sinémurien garde le type essentiellement calcaire de Semur ; c'est ce que j'appellerai le « **faciès bourguignon** », ou le Sinémurien à faciès typique. L'épaisseur reste faible, 4 m à 6 m sur la bordure orientale, comme sur la bordure occidentale ; elle augmente un peu vers le S, 8 m à 9 m à Nolay, 6 m à 8 m à Ternant et davantage dans le couloir de la Saône, 10 m en Mâconnais et 12 m au Mont d'Or lyonnais. Quelques variations de composition sont à signaler à la base : les calcaires un peu marneux de l'Auxois et de l'Avallonnais se chargent d'oolithes ferrugineuses à Liernais, Manlay, Ivry-en-Montagne ou de grains de quartz dans le Lyonnais, alors que la bordure W montre des calcaires marneux noduleux, qui renferment à Saint-Saulge des pseudoolithes recristallisées à patine noire.

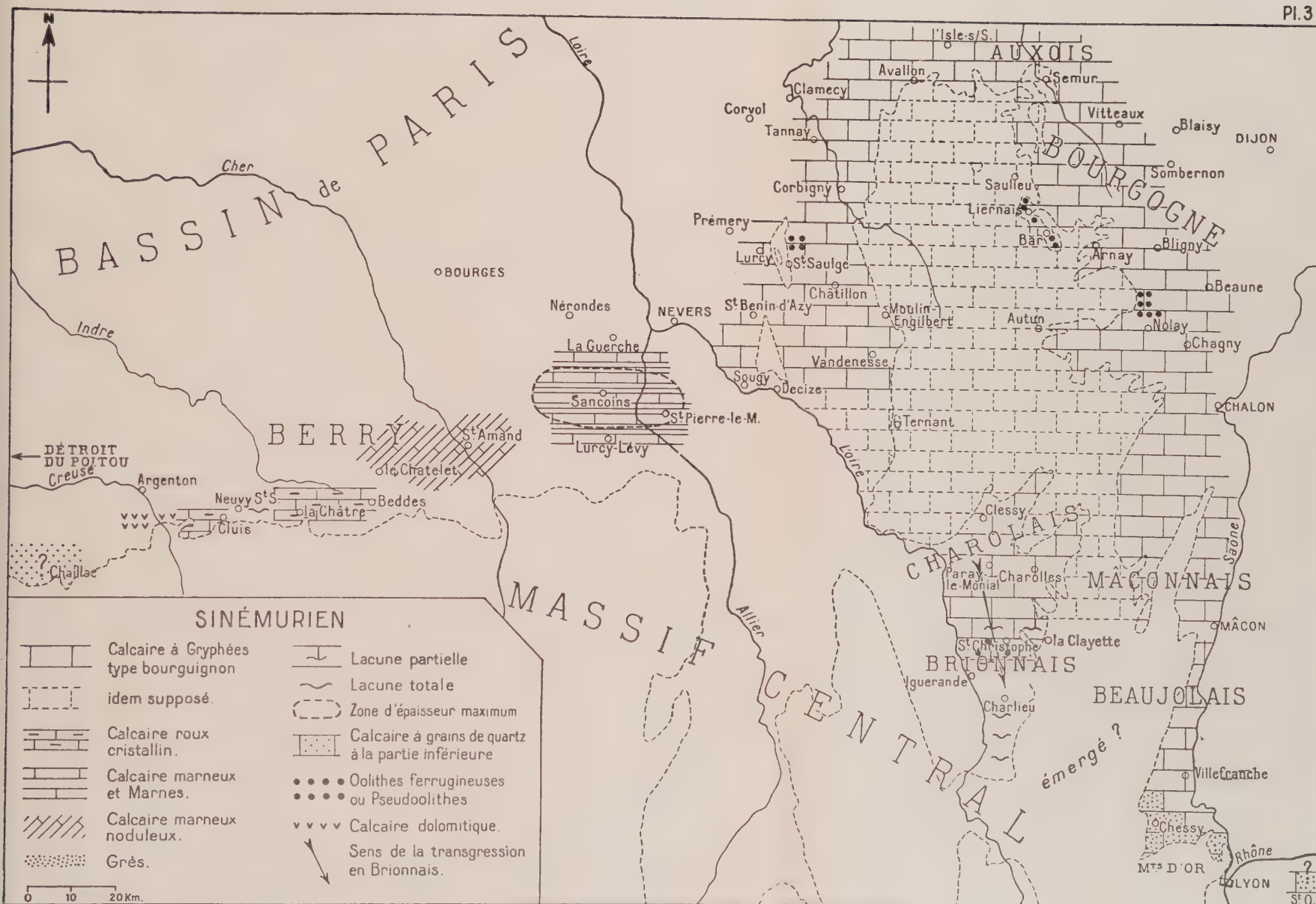
Vers le milieu du Sinémurien supérieur, on remarque, à Ternant, dans le Mâconnais et au Mont d'Or lyonnais, un petit banc de calcaire marneux compact appelé tantôt « banc des chats », tantôt « banc savonneux », cette couche étant peu fossilifère, son synchronisme exact ne peut être établi, mais elle se situe à peu près à la limite des deux horizons à *E. sauzeanum* et à *A. semicostatum*.

En *Brionnais*, les couches sont transgressives vers le S ; à Saint-Laurent, le Sinémurien supérieur est complet et débute par une oolithe ferrugineuse ; à Papillon, il se réduit à la zone à *A. semicostatum* et il manque au S du Sornin. Cette transgression ainsi que la présence de grains de quartz à la base de l'étage au Mont d'Or lyonnais, et même dans la partie moyenne en Beaujolais, à Saint-Jean-des-Vignes¹ paraît indiquer que les massifs primaires du haut Beaujolais constituaient encore une terre émergée.

III. Sur la *rive gauche de la Loire*, en forêt de Chabet, à Saint-Pierre-le-Moutiers et surtout au delà de l'Allier, l'épaisseur du Sinémurien est beaucoup plus forte ; elle atteint 25 m et dépasse peut-être même 50 m à Sannois, si le sondage a été bien interprété. Les calcaires bleus, compacts, un peu moins cristallins qu'à Semur, alternent avec des calcaires marneux feuilletés et des marnes ; lesaffleurements, moins bons, ne permettent pas de retrouver tous les horizons fossilifères. Le *maximum d'épaisseur du Sinémurien* se situe dans la même région que le maximum de l'Hettangien, à peu près au N du fossé d'effondrement de la Limagne, mais il est difficile de préciser la forme de cette zone ; elle est beaucoup moins étendue d'E en W que celle de l'Hettangien.

A l'W d'Augy-sur-l'Aubois, à Saint-Amand, au Châtelet, le Sinémurien

¹ LAURENT, 1926 ; cf. RICHE, 1912, p. 137.



CARTE GÉOLOGIQUE. — Bulletin n° 236.

inférieur et moyen comprend, probablement, la partie terminale des calcaires dolomitiques et oolithiques considérés comme hettangiens ; le Sinémurien supérieur est constitué par quelques mètres de calcaires marneux noduleux à *Arnioceras*, *Metarnioceras* et *Maclromya liasina* AGASS. Ce dernier mollusque paraît toujours abondant à la base des calcaires marneux noduleux, quel que soit leur âge, Hettangien moyen et supérieur sur la bordure orientale du Morvan, Sinémurien inférieur à *C. rotiforme* à Sougy, Pont-du-Veurdre, Germigny, Sinémurien supérieur à Saint-Amand et au delà.

A partir de Beddes et dans le département de l'Indre jusqu'à la Creuse, le Sinémurien supérieur est constitué par 3 m à 4 m de calcaire roux, cristallin, en bancs assez réguliers, à Gryphées moins nombreuses que dans le faciès bourguignon ; à leur partie supérieure s'intercalent quelques délits feuilletés. Ils sont exploités à Montgivray, Sarzay, Cluis, Pommiers, Maillet, le Menoux ; leur épaisseur diminue vers l'W ; de plus *ils manquent aux environs de Neuvy-Saint-Sépulcre*. On y retrouve tous les horizons fossilifères de Semur.

Au voisinage de la Creuse, à Badecon, et au delà, à Bazaiges, le Sinémurien n'est plus représenté que par 1 m ou 2 m de calcaire brun, souvent dolomitique, qui contient de rares Gryphées arquées et *Belemnites acutus* MILL. Ainsi s'achève cette transgression vers l'W des couches du Sinémurien supérieur à Gryphées, franchement marin, transgression bien marquée, depuis la région de Saint-Amand, dans l'W du département du Cher et dans une bonne partie de celui de l'Indre.

Comparaison avec les régions voisines.

I. Le faciès bourguignon de Semur ne se retrouve guère qu'à l'E, dans le Jura, le Massif de la Serre, à Besançon (6 m à Miserey), Lons-le-Saunier (5 m à Toulouse), ainsi que dans le Jura méridional, à Saint-Quentin (Isère) (9 m à 10 m en y comprenant les calcaires à grains de quartz) et dans les sondages de l'E de Lyon.

En Souabe, les calcaires sont encore assez cristallins dans le Sinémurien moyen (Arietenkalk), mais au-dessus, des lits marneux épais s'intercalent dans les Pentacrinusschichten et l'étage se termine par des schistes bitumineux à Ammonites érasées (Oelschiefer).

Dans la partie N du Bassin de Paris, le Sinémurien est formé d'une alternance de bancs de calcaire marneux compact et de marnes feuilletées, l'épaisseur totale de ces dernières étant égale ou supérieure à celle des calcaires. C'est le faciès que j'ai décrit au S du Nivernais, à Saint-Pierre-le-Moutier, et de l'autre côté de l'Allier, à Sancoins.

Cette formation, encore réduite dans la région de Chalindrey (S du plateau de Langres : 3 m) (Gardet, 1944, pp. 32-35), est classique en Lorraine (7 m) (Gérard et Gardet, 1938, p. 536), ou dans les Vosges occidentales (moins de 10 m) (Minoux, 1934, p. 27) ; elle atteint une grande épaisseur, 50 m ou plus, dans le fossé de Thionville (Guillaume, 1941) et prend à l'E, à sa base, le faciès gréseux pour constituer, dans la zone de sédimentation sabieuse du détroit de Luxembourg, la partie supérieure du grès d'Hettange. En Ardennes, le Sinémurien inférieur seul est marno-calcaire

(36 m à Charleville); le reste de l'étage, à partir du milieu de la zone à *C. bucklandi* est à l'état de calcaire sableux et de sables (30 m) (Dubar, 1923). A Ferrières-en-Bray, il y a lacune de tout le Sinémurien d'après Pruvost (1928). En Normandie, on retrouve une alternance de marnes et de calcaire marneux.

Dans le SW du Bassin de Paris règnent, pendant le Sinémurien et le Lotharingien, des faciès différents rappelant ceux de l'Indre ou de la Vendée : calcaire brun dolomitique, la Caillebotine, à la base; au sommet, calcaire blanc oolithique peu fossilifère (Glangeaud, 1895, pp. 23-24).

Le contraste entre le faciès marno-calcaire de l'ensemble du Bassin de Paris et celui des calcaires plus durs, à rares niveaux marneux, de la bordure du Morvan (faciès bourguignon), fait penser que, ce massif, probablement submergé, constituait une zone peu profonde à l'abri des apports détritiques même très fins; sur son domaine la sédimentation était faible, surtout organogène. Les dépôts paraissent pourtant soumis au même rythme que les formations calcaréo-marneuses; les bancs sont peu épais, 20 cm ou 30 cm au maximum, et leurs surfaces sont ondulées, comme s'il y avait eu un arrêt ayant que se fasse le dépôt du banc suivant.

II. Sur la bordure externe des Alpes, le Sinémurien est représenté par des calcaires schisteux noirâtres, très épais près de Grenoble et aux environs de Digne (Moret et Manquat, 1949; Haug, 1891); cependant à l'E du Dôme de Barrot, on retrouve le faciès bourguignon.

Sur la rive droite du Rhône, au N de l'Ardèche, le Sinémurien est encore mal caractérisé, on lui rapporte (Roman, 1950) des grès, des calcaires à grains de quartz et des calcaires compacts que j'ai trouvés localement fossilifères (*Arnioceras* sp.) entre Coux et Privas. Plus au S, à partir d'Aubenas, et surtout à Uzer et au N du Gard, près de Saint-Ambroix (après la lacune des Vans), c'est un calcaire marneux noduleux épais à *Maclromya liasina* TERQ. et autres Lamellibranches, à rares Ammonites et Gryphées; la partie supérieure, plus compacte, devient siliceuse et les fossiles, les Gryphées en particulier, ont leur test silicifié.

Au S du Gard et dans les Causses, on a un calcaire dur miroitant en gros bancs, à Lamellibranches, Pentacrines, localement siliceux ou contenant des Polypiers; les Gryphées sont rares ou absentes comme dans toute la région pyrénéenne. Dans le détroit de Rodez et sur la bordure SW du Massif Central, le faciès de calcaire compact oolithique ou sublithographique à faune peu caractéristique, se poursuit; il est cependant moins dolomitique qu'à l'Hettangien. Près de Niort, des calcaires siliceux ont donné *Arietites conybeari* Sow. (Thévenin, 1903, Glangeaud, 1895).

§ 4. — LOTHARINGIEN

Définition et limites de l'étage.

Cet étage, qui comprend la partie supérieure du Sinémurien de d'Orbigny (1812, pp. 601, 612), a été défini par Haug (1908, p. 948) en Lorraine; dans cette région, il est formé par des marnes (25 m à 30 m) à *Xiphoceras dudressieri* D'ORB., couronnées par un banc de « calcaire ocreux » qui contient *Asteroceras obtusum* Sow. *Orynoticeras orynotum* QUENST., *Echio-*

ceras raricostatum ZIET., *Dero-ceras armatum* Sow. et *Orynoticeras oppeli* DUM. Dans tout l'étage, *Gryphæa cymbium*¹ LMK. est fréquente, elle succède à *Gryphæa arcuata* LMK., forme sinémurienne.

La limite inférieure a été placée par Haug à la base d'une série marneuse peu fossilifère, débutant par un cordon de nodules phosphatés à fossiles sinémuriens remaniés ; elle semble assez mal définie paléontologiquement, les couches superposées étant très peu fossilifères et les calcaires sous-jacents renfermant déjà, d'après P. Maubeuge (1948), *Promicroceras planicosta* Sow., associé à des formes d'affinités sinémuriennes.

De nombreux auteurs, étrangers surtout, Arkell, Muller, n'ont pas adopté ou ont rejeté cet étage Lotharingien ; ils conservent le Sinémurien au sens large de d'Orbigny. J'ai suivi ici la pratique la plus courante en France, et l'on a vu que le Lotharingien constitue en certaines régions une unité stratigraphique assez indépendante du Sinémurien s. s., mais l'emploi de ce terme n'apparaît pas indispensable. Le type de l'étage ne donnant pas de précisions paléontologiques suffisantes, je me suis basé sur les listes de fossiles données par Haug dans son traité pp. 954, 960, 961, et je fais commencer le Lotharingien avec les couches à *Promicroceras planicosta* Sow. et *Microderoceras birchi* Sow. laissant dans le Sinémurien les niveaux à nombreux *Arnioceras* des groupes d'*A. miserabile* QUENST. et d'*A. semicostatum* Y. et B. Cette limite ne coïncide pas avec celle des auteurs anglais ou américains comme le montre le tableau de la page 402.

Chez nous cependant des *Pararnioceras* voisins de *P. alcinoe* REYNÈS, paraissent associés aux *Arnioceras semicostatum* Y. et B. et à *A. miserabile* QUENST., ils seront donc sinémuriens.

La limite supérieure de l'étage soulève d'autres difficultés. Oppel (1856, p. 117) avait hésité à considérer à la base du Lias moyen, une zone à *Dero-*

¹ LAMARCK, 1819, Histoire des animaux sans vertèbres, t. 6, p. 198. Cette forme est interprétée assez diversement en raison du défaut de figuration. Le dessin de Knorr et Walch indiqué le premier dans le texte de Lamarck est rejeté par beaucoup d'auteurs en raison de son insuffisance et de la fausse provenance donnée. Avec Rollier (1917, p. 571) qui préfère le nom de *cymbula* et avec G. Dubar (1936) on prend généralement comme type la représentation de l'Encyclopédie méthodique pl. 189, fig. 1-2 ou avec R.-P. Charles (1949, p. 33) celle de la description des coquilles caractéristiques des terrains par Deshayes (1831) pl. 12, fig. 1-2 quoique les gisements cités ou les indications stratigraphiques semblent désigner une forme de niveau plus élevé.

Sans vouloir reprendre ici entièrement la question, j'ai désigné sous le nom de *G. cymbium* une forme bien définie par des caractères tirés des deux valves : la petite valve, à « talon étroit », a une ornementation faite de fines lamelles régulières avec de temps en temps une lamelle plus forte ; la grande valve, généralement un peu oblique porte un crochet moyennement recourbé, le sillon latéral postérieur est absent ou peu marqué.

Un certain nombre de formes, rangées par les auteurs sous les noms d'*obliqua* et d'*obliquata* (Goldfuss, 1862, pl. 85, fig. 2 ; Buvignier, 1852, pl. 3, fig. 3-4 ; Dumortier, 1867, p. 220) appartiennent à ce type qui paraît assez caractéristique du Lotharingien.

Par les caractères de la petite valve, d'autres formes venant de niveaux plus élevés, *Gryphæa regularis* DESH., *G. gigantea* Sow. font partie du même groupe (Hébert, 1836, p. 214) (voir aussi Deschaseaux 1934).

HAUG 1910 ¹		MULLER 1941 ²		SPATH 1942		Limite adoptée ici
LOTHARINGIEN	{ — zone à <i>Asteroceras obtusum</i> avec : <i>Ast. stellare</i> <i>Egoceras planicosta</i> , etc... — zone à <i>Ast. turneri</i> (p. 948) ou à <i>Der. birchi</i> (p. 954) • avec <i>Ariet. nodosaries</i> et <i>Agas. scipionianum</i>	SINEMURIEN <i>sensu lato</i>	{ zone à à <i>Ast. obtusum</i> { <i>Ast. stellare</i> <i>Ep. landrioti</i> <i>Prom. planicosta</i> <i>Ast. obtusum</i> <i>P. capricornoides</i>	LOTHARINGIEN	{ zone à à <i>Ast. obtusum</i> { <i>Epar. denotatus</i> <i>Ast. stellare</i> <i>Prom. planicosta</i> <i>= A. obtusum</i> s. s.	
SINEMURIEN	{ — zone à <i>Arnioceras semicostatum</i> avec <i>G. sauzeanum</i> <i>Arn. falcaries</i> <i>Agas. scipionianum</i> <i>Agas. striaries</i> —	SINEMURIEN <i>sensu lato</i>	{ zone à à <i>Arn. semicostatum</i> { <i>Microd. birchi</i> <i>Arn. hartmanni</i> <i>Epar. brooki</i> <i>Sulc. sulcifer</i> <i>Arn. nodularies</i> <i>Pararn. alcinoe</i>	LYMIAN	{ zone à à <i>Ariet. turneri</i> { <i>Microd. birchi</i> <i>Ariet. brooki</i> <i>Pararn. alcinoe</i>	
LYMIAN	{ — zone à <i>Euag. gaudryi</i> — <i>striaries</i> <i>Agas. pseudokridion</i> <i>Agas. colesi</i> <i>A. acuticarinatum</i> —	LYMIAN	{ zone à à <i>Agas. semicostatum</i> { <i>Euag. sauzeanum</i> <i>Ag. scipionianum</i> <i>Parac. gmuendense</i> —	LYMIAN	{ zone à à <i>Euag. sauzeanum</i> <i>Ag. scipionianum</i> <i>Parac. gmuendense</i> —	

¹ Le fascicule 2 du Traité de HAUG a paru en 1910.

¹ Le fascicule 2 du Traité de Haug a paru en 1910.

ceras armatum Sow. ; cette forme a toujours été rangée dans la division moyenne du Lias, d'Orbigny la cite dans son Liasien, Haug en a fait l'indice de sa première zone du Pliensbachien ; mais Lang ¹ a montré que dans le Dorset et dans les Hébrides cette forme se rencontrait en dessous d'*Echioceras raricostatum* ZIEGLER ; dans les mêmes régions, d'autres *Deroceras*, rangés par Buckman dans des genres spéciaux (*Epideroceras*, *Apoderoceras*), constituent la faune des deux épiboles supérieures de son DEROCERATAN-AGE, équivalent de notre zone à *E. raricostatum*. Sur la bordure du Massif Central, par contre, dans les deux cas où j'ai pu préciser exactement leur position, les *Deroceras armatum* Sow. typiques ou très voisins du type, se situent au-dessus d'*Echioceras raricostatum* ZIEGLER et des *Euechioceras* ; l'indication stratigraphique d'Oppel et d'Orbigny paraît donc bien exacte, mais il me semble difficile de garder, comme indice d'une zone du Lias moyen, un fossile qui, localement, est nettement lotharingien ; il vaut mieux déplacer légèrement la limite des deux étages et placer *Deroceras armatum* au sommet du Lotharingien comme le font certains auteurs anglais ; Bonte (1941, p. 17) a déjà proposé cette solution (cf. tableau C).

¹ Cf. SPATH, 1923, pp. 167-172.

Tableau C. — Limite du Lotharingien et du Pliensbachien.

OPPEL 4856	HAUG 4910	S. S. RUCKMAN 4930	MULLER 1944	SPATH 1942	BONTE 1944	Succession observée et divisions adoptées ici
<i>jamesoni</i>	zone à <i>P. jamesoni</i>	POLYMORPHITAN — — <i>jamesoni</i> . . . — <i>obsoleta</i> . . . — <i>brevispina</i> . . (3 héméras) — <i>Phricodoceras</i>	PLIENSCHACHIAN CARIXIAN — — <i>Uptonia jamesoni</i> — <i>jamesoni</i> . . . — <i>Upt.</i> <i>jamesoni</i> — <i>Upt.</i> <i>jamesoni</i> s. s. <i>Pl. brevispina</i>	PLIENSCHACHIAN CARIXIAN — <i>Uptonia jamesoni</i> — <i>Upt. bronni</i> — « <i>jamesoni</i> » s. s. <i>Pl. brevispina</i> — <i>Phric. taylori</i>	<i>jamesoni-ibec</i> <i>brevispina</i>	PLIENSCHACHIEN <i>jamesoni</i> <i>brevispina</i> <i>taylori</i>
<i>armatus</i> — <i>bett?</i>	zone à <i>D. armatum</i>	DEROCERATAN — <i>leckenbyi</i> — <i>defluxum</i> — <i>Euechtioceras</i> (4 héméras) — <i>varicostatoides</i> (6 héméras) — <i>armatum</i>	PLIENSCHACHIAN CARIXIAN — <i>Eode-roceras armatum</i> <i>Echtioceras varicostatum</i> (<i>Oxy-noticeras oxy-notum</i>) — —	LOTHARINGIAN <i>Ec. varicostatum</i> — <i>Met. aplanatum</i> — <i>Lept. macdonelli</i> — <i>E. varicostati</i> des — <i>Eod. bispinigerum</i> — « <i>armatum</i> » s. s. <i>Oxy-noticeras oxy-notum</i> — — —	<i>varicostatum</i>	LOTHARINGIEN <i>armatum</i> (<i>defluxum</i>) <i>Euechtioceras</i> <i>varicostatum</i> <i>oxy-notum</i> — —
<i>varicostatus</i>	zone à <i>Oxy-noticeras oxy-notum</i>	OXYNOTICERATAN — — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —
<i>oxy-notus</i>						

Divisions. — Comme la plupart des auteurs récents, je subdiviserai la zone à *O. oxynotum* de HAUG et je distinguerai dans le Lotharingien les 4 zones suivantes, de haut en bas :

Z. à *Echioceras raricostatum*.

Z. à *Oxynoticeras oxynotum*.

Z. à *Asteroceras obtusum*.

Z. à *Microderoceras birchi*.

Succession de faunes. — Pratiquement, en raison de l'uniformité des faciès et du petit nombre de fossiles récoltés, je n'ai pu séparer les deux zones inférieures à *M. birchi* et *A. obtusum* ; aussi seront-elles désignées par le même numéro 25, quoiqu'elles représentent, le plus souvent, une épaisseur plus grande que les deux autres zones réunies. Cependant *Promicroceras planicosta* Sow., lorsqu'il est présent, se rencontre à la partie inférieure de ce niveau 25. Il n'a pas été possible d'établir la succession des formes du genre *Asteroceras* ; en quelques points *A. obtusum* Sow. précède *A. stellare* Sow. comme en Angleterre, mais ailleurs la chose est moins nette.

A la base de la zone à *O. oxynotum*, un niveau à *Gagaticeras* et *Slatteriles* a pu être suivi sur toute la bordure orientale ; il a été numéroté 26.

Probablement en raison de la faible épaisseur, je n'ai pu séparer les deux niveaux à *Bifericeras* signalés en Allemagne et à Champfromier.

Dans la zone à *E. raricostatum* très fossilifère, les *Euechioceras* et *Plesechioceras nodotianum* D'ORB. viennent au-dessus d'*Echioceras raricostatoides* VAD. et *E. raricostatum* ZIETEN ; une étude paléontologique plus poussée, que j'entreprendrai ultérieurement, permettra probablement de distinguer d'autres niveaux dans cette faune d'*Echioceras*. Enfin, *Deroceras armatum* Sow. accompagné de certains *Epideroceras* marque, comme je viens de le dire, l'horizon terminal de cette zone supérieure du Lotharingien ; *Rhynchonella fronto* QUENST. paraît fréquente dans cet horizon, mais se rencontre aussi dans les couches immédiatement supérieures et inférieures.

Variations de faciès (pl. 4) :

I. Sur la bordure du Morvan, le Lotharingien comprend généralement, à la base, des calcaires compacts, encore cristallins, de type voisin de ceux du Sinémurien, mais souvent un peu plus marneux ; les Gryphées, moins abondantes que dans les couches sous-jacentes, appartiennent au groupe de *G. cymbium* LMK. ; ces banes correspondent aux deux zones à *M. birchi* et *A. obtusum*. Au-dessus, des calcaires, plus marneux, avec des niveaux feuilletés et des nodules phosphatés, forment les deux zones supérieures ; ils contiennent parfois des oolites ferrugineuses ou des pseudoolithes recristallisées.

Cependant à Semur, au S de la ville, seules les deux zones supérieures sont présentes et à l'état de nodules phosphatés (0,25 m) ; au N, 1,20 m

de calcaire à *Microderoceras* représentent en outre la base du Lotharingien.

Sur la *bordure orientale du Morvan*, à Bar, Bligny-sur-Ouche, Nolay, le Lotharingien inférieur a environ 2 m de puissance, il en a autant en Mâconnais mais s'épaissit au Mont d'Or lyonnais (4 m), en Charolais et en Brionnais (4 m à 5 m).

Sur cette bordure, **le Lotharingien supérieur** est réduit à 1 m en moyenne, et, à partir de Bligny, apparaissent deux caractères que nous retrouvons jusqu'au Mont d'Or lyonnais : d'abord, l'existence de niveaux de calcaires feuilletés, à nombreux fossiles phosphatés, en particulier à la base un niveau à *Gagaticeras* et souvent, plus haut, un ou deux niveaux à *Echioceras* ; d'autre part, au sommet, l'existence d'oolithes ferrugineuses ou de pseudoolithes recristallisées. A Nolay, cette disposition est typique et donne l'une des meilleures coupes de la partie supérieure du Lotharingien (p. 279) ; on y retrouve les principaux éléments de la série anglaise. Cinq faunes (*Gagaticeras*, *Oxyntoceras*, *Echioceras*, *Euechioceras* et *Plesechioceras*, *Deroceras armatum*) se succèdent en 1 m ou 1,50 m et les trois inférieures en 0,50 m ; un banc correspond évidemment à plusieurs héméras de Buckman, mais la succession d'ensemble est respectée ; la seule différence importante est la place de *Deroceras armatum* Sow. qui vient, ici, au sommet de la série avec les *Epideroceras*, dans des calcaires plus cristallins, très crinoïdiques, à pseudoolithes recristallisées ; cette forme est donc plus tardive chez nous qu'en Angleterre.

En Mâconnais, la succession est sensiblement identique : 1 m de calcaire, coupé de lits feuilletés (27 *ab*, 28 *ab*) et 1 m à 1,50 m de calcaire crinoïdique (29). Au Mont d'Or lyonnais, on distingue moins facilement les horizons des zones à *O. oxyntotum* et à *E. raricostatum*, car les calcaires marneux et glauconieux sont plus compacts (1 m) et le seul horizon feuilleté net est l'horizon de base à *Gagaticeras* (27 *a*). Les couches du sommet, d'épaisseur variable (0 m à 1 m), à *Deroceras*, renferment souvent des oolithes ferrugineuses ; c'est le « Lias rouge » des anciens auteurs.

En Charolais, on ne retrouve pas le niveau à *Gagaticeras*, mais vers la base on ramasse fréquemment des *Bifericeras* ; les couches, généralement glauconieuses, n'ont guère que 1 m d'épaisseur ; à Tortecelle, elles sont très réduites par suite de remaniements sous-marins. En Brionnais, les calcaires, toujours glauconieux et assez marneux, sont surmontés par des niveaux crinoïdiques à pseudoolithes recristallisées, qui comprennent probablement le sommet du Lotharingien et la base du Pliensbachien. Au S du Sornin, le premier niveau calcaire bien daté, à 3 m au-dessus du Primaire, est lotharingien inférieur.

II. A l'*W* du Morvan, le Lotharingien inférieur, a, comme à l'E, 2 m de puissance, mais le Lotharingien supérieur est franchement marneux et annonce déjà les calcaires à ciment du Pliensbachien ; son épaisseur augmente légèrement du N au S, 1 m ou 2 m à Avallon, Corbigny, Tamnay, 4 m ou 5 m à Ternant.

III. *Sur la bordure N du Massif Central*, le Lotharingien est généralement marno-calcaire. Il est encore relativement calcaire à sa partie inférieure et son épaisseur reste faible (5 m) entre la Loire et l'Allier (Saint-Pierre-le-Moutier, forêt de Chabet) ; mais de Sancoins à Saint-Amand et jusqu'à l'W du département du Cher, il comprend de 20 m à 30 m de calcaires marneux alternant avec des marnes. Cette zone de dépôts plus épais correspond, sans doute, à un couloir allongé E-W, car à 8 km au N de Sancoins, à Germigny, le Lotharingien est formé de calcaire marneux compact à nodules phosphatés et se termine par une accumulation de ces nodules.

Dans l'Indre, à peu près jusqu'à la Creuse, le Lotharingien est encore formé de 10 m à 15 m de marnes, alternant avec des calcaires marneux compacts, exploités pour la chaux grasse. La faune abondante, recueillie à Neuvy-Saint-Sépulcre, montre une succession identique à celle connue ailleurs. Là, encore, *Deroceras grmatum* Sow. se situe au-dessus des *Echio-ceras* et *Euechioceras*. Dans cette région le Lotharingien, localement transgressif sur l'Hettangien ou sur le Cristallin, débute généralement par un niveau à oolithes ferrugineuses.

À l'W de la Creuse, à Bazaiges, le Lotharingien comprend 7 m de marnes et calcaires marneux avec des *Asteroceras* à la base, des *Echio-ceras* et des oolithes ferrugineuses au sommet. Au delà de Chazelet, l'étage n'est plus représenté que par quelques mètres de calcaire brun gréseux et dolomitique. À Dunet, il manque tout à fait ou comprend la partie supérieure des sables à végétaux liasiques.

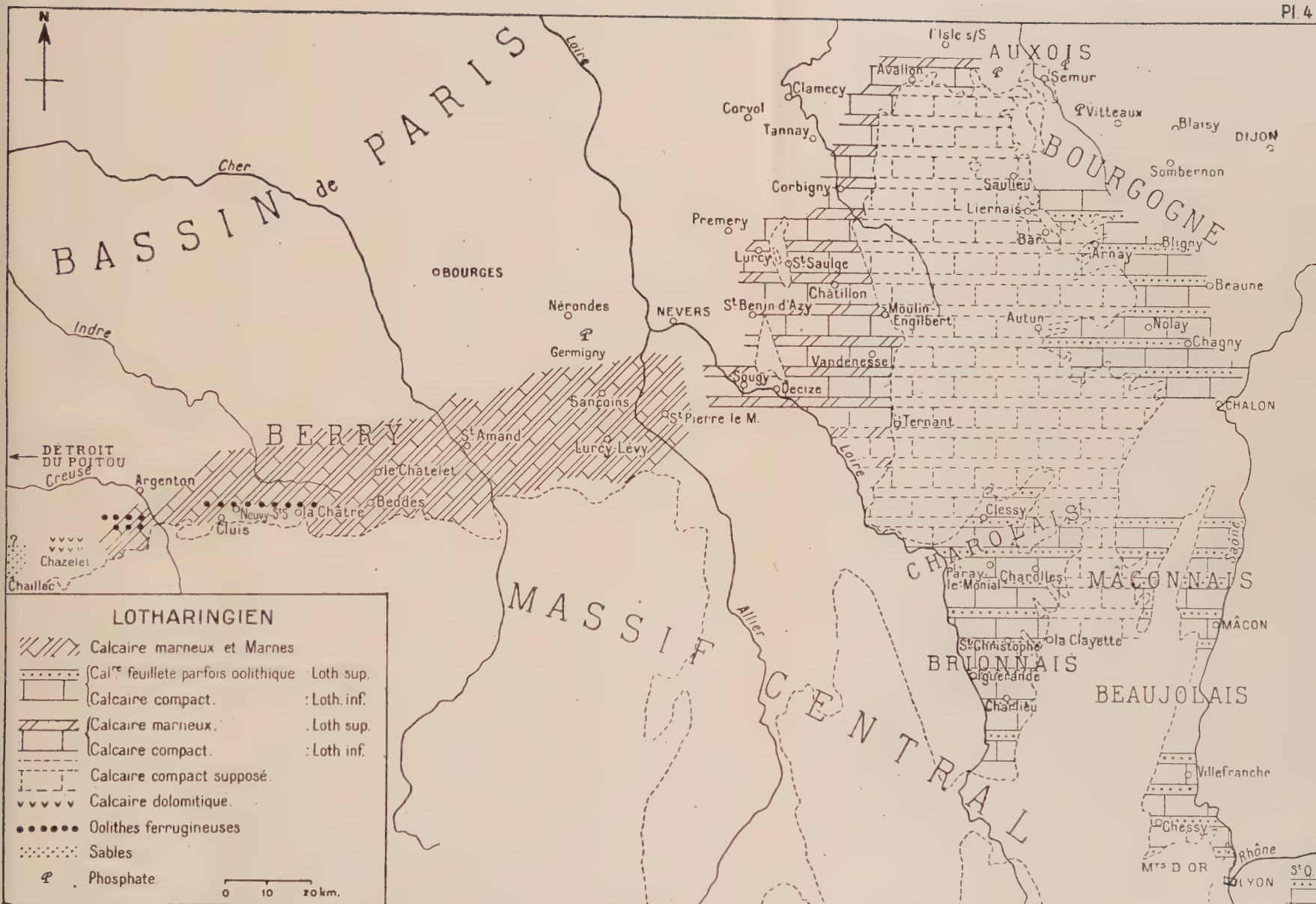
Ainsi le Lotharingien correspond au *maximum de la transgression du Lias inférieur dans le Brionnais et dans l'Indre*. La plus grande épaisseur de l'étage se situe toujours sur la bordure N du Massif Central, dans la région de Sancoins et de Saint-Amand, qui a constitué pendant le Lias inférieur une zone de sédimentation plus intense, probablement allongée E-W, analogue à la gouttière que de Grossouvre supposait dans la même région pour les dépôts du Trias.

Par ailleurs les formations légèrement plus épaisses au S du Morvan qu'en bordure de ce dernier, supposent que le massif ancien submergé restait une zone de sédimentation faible. Au Lotharingien supérieur, s'esquisse déjà l'opposition entre les dépôts marneux de la bordure occidentale et les dépôts plus glauconieux ou à oolithes ferrugineuses de la bordure orientale, opposition qui s'exagérera au Pliensbachien.

Comparaison avec les régions voisines.

Le Lotharingien a, le plus souvent, un faciès marneux à la base ; il est incomplet ou condensé à la partie supérieure.

En Lorraine, où le type a été pris, une série marneuse épaisse de 25 m à 30 m, sableuse à la base, correspond à la zone à *A. obtusum* (Maubeuge, 1948 ; cf. Gérard et Gardet, pp. 539-541) ; elle est recouverte par un banc de 0,50 m à 1,50 m de cal-



caire gris, pyriteux et phosphaté, à oolithes ferrugineuses, le « calcaire ocreux », renfermant des fossiles des trois zones supérieures, probablement remaniés sur place.

Cette disposition est déjà réalisée au S du plateau de Langres, dans la région de Chalindrey (Gardet, 1944, pp. 35-36). Elle se retrouve dans le Massif de la Serre (Bonte, 1943), et dans le Jura; à Miserey, le Lotharingien comprend 13 m de marnes, d'abord schisteuses avec *Promicroceras*, et sableuses ensuite, il se termine par 4 m à 5 m de grès calcaréo-marneux à *Echioceras*; près de Lons-le-Saunier, à Toulouse, la série, toujours marneuse, débute par un niveau à oolithes ferrugineuses et des bancs de calcaire marneux (3 m) à *Epophioceras landrioti* D'ORB., puis *Bifericeras* sp.

A Champfromier, la série, plus calcaire (11 m), a donné à E. Bovier (1931) une très riche faune dont la succession diffère par certains détails de celle observée en Angleterre et, probablement, de celle de Miserey (Bonte, 1945, p. 114); il n'est pas impossible d'ailleurs que les glissements, signalés par l'auteur lui-même, aient modifié légèrement l'ordre de certaines couches.

En Souabe, l'étage toujours marneux semble plus complet; il comprend 35 m de marnes feuilletées (Turneritone et β tone), avec rares lits de nodules ou bancs de calcaire marneux; et à la base, de rares *Asteroceras obtusum* Sow. et *Promicroceras planicosta* Sow.; vers le haut, les couches, plus fossilifères, contiennent d'abord *Schlothemia lacunata* S. BUCKM., puis des *Bifericeras*, enfin, *Oxynoticeras oxynotum* QUENST. Le sommet comprend des bancs plus calcaires à *Echioceras raricostatum* ZIETEN et *Deroceras densinodum* QUENST.

Dans les Ardennes, une série de 8 à 10 m de calcaire marneux et de marnes sableuses à nodules phosphatés (zone à *A. obtusum*) est surmontée par des calcaires marnogréseux (Bonte, 1941, pp. 47-48). A Ferrières-en-Bray, on retrouve le faciès marneux épais (45 m), il débute par des grès calcareux à débris de lignite et contient à 10 m de la base un lit d'un mètre bourré d'oolithes ferrugineuses (Pruvost, 1928, p. 440). En Normandie, le Lotharingien, moins épais, comprend une alternance de marnes et de calcaire marneux.

II. A l'E de Lyon, à Saint-Quentin, et probablement dans le Jura méridional, le Lotharingien a le faciès du Mont d'Or lyonnais, mais il est moins épais; 1 m environ de calcaire, assez cristallin, à nodules phosphatés avec faune d'*Asteroceras*, *Oxynoticeras oxynotum* QUENST.; au-dessus viennent des calcaires feuilletés à *Oxynoticeras oxynotum* QUENST., *Gagaticeras gagateum* Y. et B. (40 cm), puis des calcaires compacts à petites oolithes ferrugineuses verdâtres avec *Echioceras raricostatoides* VADASZ, *Oxynoticeras* cf. *guibali* D'ORB. et de nombreux *Echioceras*; la partie supérieure est perforée et des traces de remaniements sont évidentes à divers niveaux (Rosset, 1947).

En bordure des Alpes, on retrouve, près de Grenoble (Moret et Manquat, 1949), une épaisse série de calcaires schisteux noirâtres; mais plus au S, à Digne, on a des calcaires à silex. Sur la rive droite du Rhône, le Lotharingien est encore mal connu en Ardèche, il manque sans doute, au moins localement. Au N du Gard, il est représenté par des calcaires très durs à rognons siliceux. Dans la région des Causses, on a d'abord un calcaire miroitant et très compact qui a donné quelques *Asteroceras* (Roquefort, 1934), puis au sommet viennent des bancs plus minces, bien lités, avec assez nombreuses Ammonites de la zone à *E. raricostatum*. Ce dernier niveau se retrouve, un peu plus marneux, dans le détroit de Rodez (Boisse de Black, 1933), mais sur la bordure SW du Massif Central, des calcaires sublithographiques, oolithiques et dolomitiques identiques à ceux de l'Hettangien et du Sinémurien continuent à se déposer (Glangeaud, 1895).

§ 5. — PLIENSBACHIEN

Définition et divisions. — Je prends cet étage au sens français du terme, mais pour des raisons déjà indiquées plus haut (p. 401), je lui retire l'horizon à *Deroceras armatum* Sow. Il comprendra donc les trois zones définies par Oppel : *U. jamesoni*, *T. ibex*, *P. davæi*. Haug dans son traité range *P. davæi*, tantôt dans le Pliensbachien (pp. 948, 969, etc...), tantôt dans le Domérien (pp. 954, 972); il vaut mieux adopter la première solution comme l'a fait M. Gignoux (1950); lithologiquement, les couches à *P. davæi*, assez calcaires, ont plus d'affinités avec le Pliensbachien qu'avec le Domérien inférieur marneux, et l'abondance des Amalthéidés accompagne un renouvellement net de la faune au début de la zone à *A. margaritatus*. Par ailleurs le Pliensbachien, ainsi défini, correspond exactement au CARIXIAN des auteurs anglais.

Succession des faunes. — La zone à *Uptonia jamesoni*, d'ordinaire bien caractérisée, débute à Corbigny par un niveau à *Phricodoceras taylori* Sow., cette forme, assez rare, a été signalée aussi par de Grossouvre (1885 b, pp. 18-19) à la base de la coupe de la tranchée du bois de Trousse, associée à *Am. lynx*, *Am. jupiter*, *Am. loscombi*; je l'ai ramassée aussi à l'W du Châtelet, probablement dans la même situation stratigraphique. Elle comprend ensuite souvent (Mont d'Or lyonnais, Bligny, Bar, Avallon, Corbigny) un horizon inférieur à *Platypleuroceras oblongum* QUENST., *P. natrix* QUENST. et formes du groupe de *P. brevispina* Sow. Elle se termine par un horizon à *Uptonia jamesoni* Sow. et nombreuses *Uptonia* voisines; *Deroceras submuticum* DUM., *D. muticum* D'ORB. se rencontrent à ce niveau; *Uptonia venustula* DUM., parfois un peu plus bas. Dans toute cette zone inférieure, *Rhynchonella fronto* QUENST. est assez fréquente comme dans l'horizon à *Deroceras armatum* du Lotharingien supérieur.

La zone à *Tragophylloceras ibex* QUENST. est caractérisée par ses nombreux *Tropidoceras* et *Acanthopleuroceras*; l'espèce indice est rare en dehors des gisements pyriteux du Cher. Un premier niveau fossilifère comprend *Tropidoceras masseanum* D'ORB., *T. ellipticum* Sow., etc...; il est bien marqué au Mont d'Or lyonnais, en Mâconnais, à Nolay. Les *Acanthopleuroceras* viennent ensuite très nombreux, mais, souvent déformés dans les faciès marneux, ils sont difficiles à déterminer spécifiquement; il n'a pas été possible d'établir une succession des formes de ce genre; *Tropidoceras acteon* D'ORB. et les formes voisines, ainsi que *Deroceras venarense* OPP. et *Beaniceras centaurus* D'ORB. se situent dans cet horizon à *Acanthopleuroceras*. Un horizon terminal comprend *Beaniceras luridum* SIMPS, *Liparoceras kilsbiense* SPATH et leurs formes voisines. En Angleterre c'est dans ce dernier niveau que l'on trouve *Beaniceras centaurus* D'ORB.

Dans la zone à *Prodactylioceras davæi* Sow., on peut distinguer facile-

ment trois niveaux ; à la partie inférieure, de nombreux *Ægoceras* (*Androgynoceras*), souvent trop déformés pour être déterminés spécifiquement ; dans la partie moyenne, un ou deux bancs à *P. davaxi* Sow. associé encore à des *Ægoceras* (*Androgynoceras*) ; au sommet, *Oistoceras figulinum* SIMPS. et d'autres *Oistoceras* avec encore quelques *Ægoceras* (*Androgynoceras*). *Belemnites apicicurvatus* BLAINV. est abondante dans la partie inférieure de cette zone. *Belemnites* (*Hastites*) *clavatus* STALH. est commune dans tout l'étage et au-dessus.

Dans ses grandes lignes, cette succession de faunes est conforme à celle d'Angleterre et d'Allemagne ; celle observée en Portugal par G. Dubar (R. Mousterde, 1947) en diffère notablement : apparition précoce d'*Amalteus margaritatus* MONTE., abondance d'Harpocératidés, etc...

Variations de faciès (pl. 5). — J'ai déjà souligné (R. Mousterde, 1949 b) l'opposition des faciès des deux bordures occidentale et orientale du Morvan.

I. *A l'E du Massif ancien*, mais à une certaine distance de celui-ci, ainsi que dans tout le SE, le Pliensbachien, calcaire, a une épaisseur faible, 0,50 m à 2 m, et variant très rapidement sur une courte distance ; les lacunes d'une ou de plusieurs zones sont fréquentes, mais assez limitées géographiquement. Les schémas donnés plus haut pour la bordure orientale du Morvan (fig. 31), pour le Mont d'Or lyonnais (fig. 37), pour le Charolais et le Brionnais (fig. 40) montrent clairement le caractère de ces dépôts ; ils sont liés, sans doute à l'existence de courants qui ralentissent ou suppriment la sédimentation ; dans certains cas, Sombornon, Marcilly-d'Azergues, Tortecelle, il y a des remaniements très nets. La présence, surtout à la base, d'oolithes ferrugineuses ou pseudoolithes recristallisées et de croûtes ferrugineuses, confirme le caractère de ces bancs.

Cependant une zone plus calme devait correspondre au Beaujolais où, à Pommiers, le Pliensbachien est plus marneux et plus épais, 5 m, mais toujours glauconieux et débutant par une oolithe ferrugineuse. En Brionnais et Charolais, les calcaires sont également assez marneux et glauconieux, mais peu épais ; en Charolais, la zone inférieure manque et quelquefois aussi la zone moyenne.

II. *Au NE, au N et à l'W du Morvan*, règne un faciès marno-calcaire, épais, riche en pyrite, qui correspond à une zone calme où les boues fines se sédimentent ; le dépôt se fait avec un certain rythme, marqué par l'alternance des bancs de marnes et de calcaire marneux et l'accumulation des fossiles dans certains lits ou au sommet de certains bancs ; la profondeur devait rester faible, les débris végétaux et les bois flottés sont fréquents ; les Gastéropodes de petite taille et la faune de Foraminifères confirment cette faible profondeur.

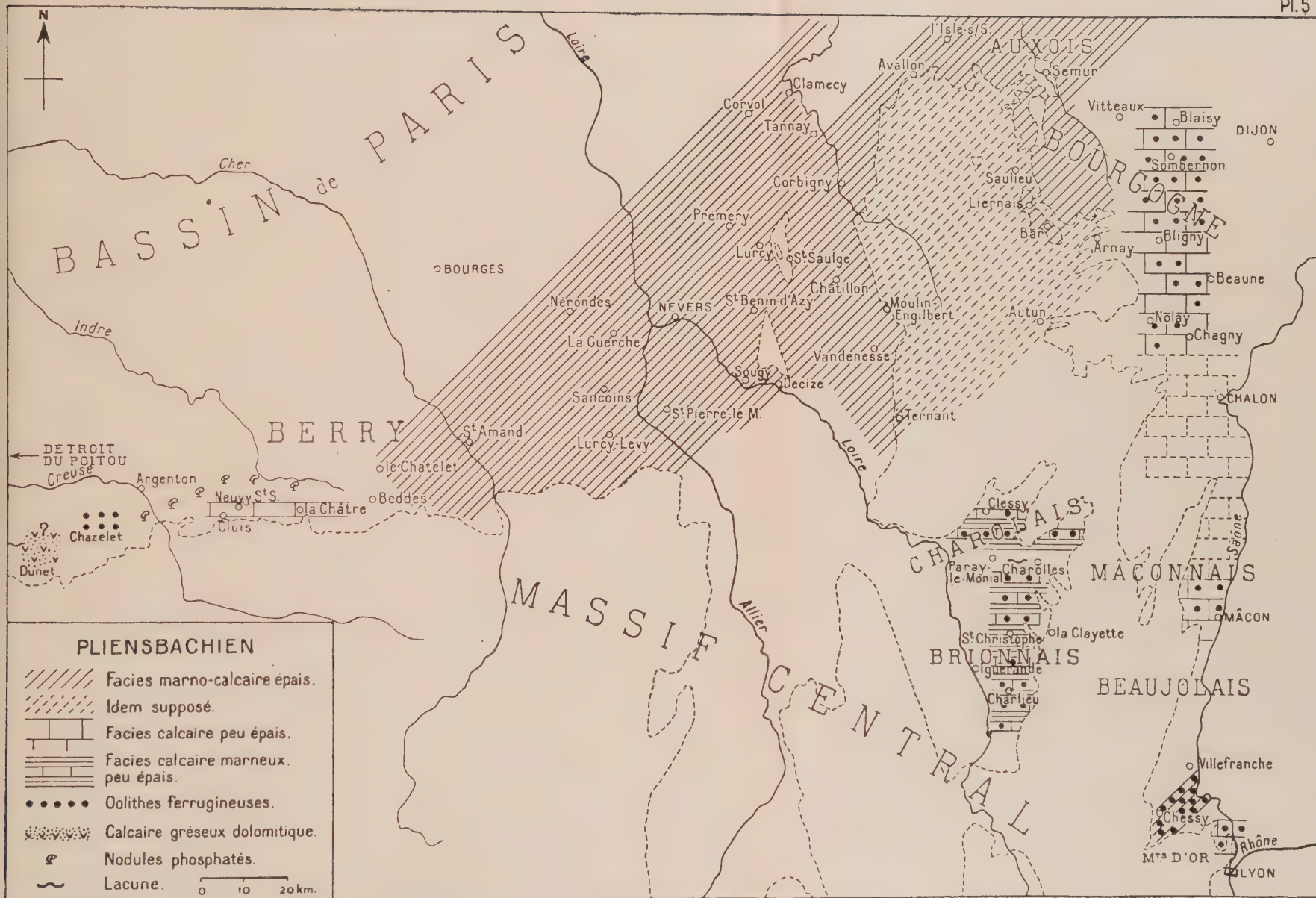
Ces dépôts marno-calcaires sont connus déjà à Bar-le-Régulier, qui est situé sur la bordure E du Morvan, mais au voisinage immédiat du Massif ancien¹ ; ils n'ont là que 5,50 m d'épaisseur, alors que, au N et à l'W, à Vénarey, Avallon, Corbigny, ils en ont 10 m. En dépit de cette puissance assez uniforme, les diverses zones n'y ont pas la même importance : à Semur (tranchée de Menetoy), les zones inférieures semblent peu épaisses ; à Avallon, la zone moyenne est plus développée, la zone inférieure plus réduite ; c'est l'inverse à Corbigny. Au SW du Morvan, à Tamnay, Ternant, Anlezy, on a le même faciès marno-calcaire épais, mais sa base seule a été observée.

III. Entre la Loire et l'Allier, le sondage de la forêt de Chabet a traversé 12 m de Pliensbachien marno-calcaire. Dans le Cher, son épaisseur est plus forte encore, 20 m environ, près de Sancoins, au bois de Trousses et aux Cottards près de Saint-Amand, où il a donné une faune classique d'Ammonites pyriteuses. Dans l'Indre, il se réduit beaucoup. A la Châtre, il comprend encore 2 m ou 3 m de calcaire compact à nombreuses grandes Bélemnites, *Beaniceras centaurus* d'ORB. et des nodules phosphatés à *Ægoceras*. Aux environs de Neuvy-Saint-Sépulcre et jusqu'à la Creuse, un niveau assez constant de quelques décimètres de nodules phosphatés renferment de nombreux fossiles de la zone à *P. darci* et de rares formes plus anciennes ; quelques bancs de calcaire marneux qui l'encadrent appartiennent sans doute à la base et au sommet de l'étage.

A Chazelet, il est représenté par un calcaire marneux à oolithes ferrugineuses à *Ægoceras latirocosta* Sow. A Dunet, on peut lui rapporter 2,50 m de calcaire dolomitique et gréseux à *Rhynchonella curviceps* QUENST. et grosses Térébratules du groupe de *T. subpunctata* DAV. Au delà, il est encore connu, en quelques points de l'E du département de la Vienne, sous forme d'un mince horizon de calcaire gréseux et de marnes, à *Ægoceras* ; il manque totalement à partir de la vallée de la Vienne (P. A. Gillard, 1938, pp. 106-107).

Ainsi au Pliensbachien, une zone de sédimentation calme s'étendait sur les départements du Cher, de la Nièvre et sur le Massif du Morvan lui-même. Au contraire, sur la bordure orientale de celui-ci régnaient des courants. A l'autre extrémité, dans l'Indre, la sédimentation était également faible avec des nodules phosphatés, A l'W de la vallée de la Creuse, la mer plienschbachienne continue la transgression liasique et atteint Dunet ainsi que l'E du département de la Vienne ; un peu en arrière, elle dépose, vers Chazelet, une oolithe ferrugineuse.

¹ A 16 km au S de Bar, la butte de Curgy, au NE d'Autun, montre un faciès calcaréomarneux, peu épais (2 m), à Oolithes ferrugineuses à la base ; ce qui l'apparente aux dépôts réduits de la bordure orientale, typiques, par exemple à Nolay à 20 km à l'E.



Comparaison avec les régions voisines.

Encore réduit, au S du Plateau de Langres, à un banc calcaire de 0,15 m bourré de Bélemnites et de *Prodactylioceras davæi* Sow. (Gardet, 1944, p. 36) le Pliensbachien s'épaissit progressivement vers le N. En Lorraine, il débute par des marnes à *Zeilleria numismalis* Lmk. et *Phricodoceras taylori* Sow. (4 m à Metz, 10 m à 13 m dans la région de Thionville) (Corroy, 1927; Guillaume, 1941, p. 56) et se termine par un calcaire marneux à *Prodactylioceras davæi* Sow.

Dans le Jura on connaît tantôt des séries réduites : 0,55 m de calcaire compact à *Prodactylioceras davæi* Sow. à Miserey près de Besançon, 2 m environ de calcaire marneux dans l'W du Jura méridional; tantôt des séries marno-calcaires plus épaisses : 15 m à Salins, 8,50 m à Champfromier. En ce point, la série, très fossilifère, montre une succession de faunes, légèrement différente, d'après Bovier (1931), de celle observée en Angleterre (cf. tableau F).

En Souabe, le Pliensbachien, qui a 10 m à 12 m dans la région de Tübingen avec une succession classique des faunes, est moins épais (4 m) et plus calcaire au S, dans la Wutach.

Dans toutes ces régions, le banc à *Prodactylioceras davæi* Sow. montre une constance remarquable.

Dans les Ardennes, aux environs de Mézières, l'étage, épais de 30 m, débute par des calcaires marno-gréseux à *Platyleuroceras brevispina* Sow., puis viennent des marnes à Bélemnites dans lesquelles les *Oistoceras* et *Prodact. davæi* Sow. indiquent le sommet de l'étage; vers l'E, entre Breux et la frontière belge, les faciès deviennent entièrement gréseux (Dubar, 1923; Bonte, 1941).

A Ferrières-en-Bray, le Pliensbachien, très épais, atteint 60 m et comprend, d'abord des marnes et des calcaires marneux (38 m), puis des calcaires cristallins et des marnes micacées (Pruvost, 1928, p. 440).

En Normandie, nous avons, dans le Bessin, des calcaires marneux à *Zeilleria numismalis* Lmk. surmontés d'argiles à nombreuses Bélemnites; au S de Caen, le Lias, transgressif sur les terrains anciens, débute par des conglomérats et des calcaires compacts à *Acanthopleuroceras valdani* D'ORB. (Bigot, 1942, p. 33). En Anjou, dans la vallée du Loir, on attribue au Pliensbachien des calcaires jaunâtres à Lamellibranches et quelques Bélemnites. Cet étage manque dans le seuil du Poitou.

II. A l'E de Lyon, le Pliensbachien, calcaire à Bélemnites et à *Prodactylioceras davæi* Sow., a été reconnu dans les sondages, mais il n'affleure pas à Saint-Quentin, caché probablement par la couverture de glaciaire.

Au S de Lyon, sur la rive droite du Rhône, à Châteaubourg, on connaît des calcaires gris-bleu à *Agoceras*; c'est probablement à ce niveau qu'il faut rapporter aussi les grès calcaires à Bélemnites de Crussol, appelés par Riche « assise intermédiaire », et une partie des grès des environs de Privas (Roman, 1950, pp. 29-31). Dans la région de Digne, comme en Provence, ainsi qu'à Saint-Ambroix (N du Gard), le Pliensbachien est à l'état de calcaire à silex. Dans la plus grande partie du Gard, des Cévennes et des Causses, on a une alternance de marnes grises et de calcaires gris durs; les couches sont plus marneuses au sommet qu'à la base; telle est la série qu'on voit au Pic-Saint-Loup, au-dessus des calcaires marneux compacts, légèrement siliceux à *Gryphaea cymbium* Lmk., qui sont peut-être encore Lotharingiens. Les faciès locaux particuliers ont été indiqués par P. Brousse (1950) en même temps qu'il signalait à Valz,

près d'Alès une belle série fossilifère; on y retrouve une succession de faune identique à celle de la bordure NE du Massif Central; seuls les *Deroceras* sont mieux représentés ici, les formes du groupe de *D. armatum* Sow. occupent toujours un niveau supérieur aux *Echioceras*.

A partir du détroit de Rodez, dans le Lot et le Tarn-et-Garonne, le Pliensbachien comprend des calcaires gréseux, et des calcaires lithographiques à Brachiopodes, *Rhynchonella tetraedra* Sow., *Terebratula punctata* Sow., surmontés par des calcaires plus marneux ou des argiles grises à *Uptonia jamesoni* Sow. et *Prodactylioceras davœi* Sow. (Boisse de Black, 1933).

Dans le SW du Massif Central, cet étage est formé de calcaires gréseux analogues à ceux du Lot et de calcaires marneux à *Egoceras* peu épais. Au N de Brive seuls les faciès gréo-calcaires subsistent, mais dans la partie S du Déroit du Poitou ils se chargent de nodules siliceux. En Vendée on retrouve des calcaires gréseux ou plus souvent marneux (Glangeaud, 1895) avec des oolithes ferrugineuses (Saint-Cyr-en-Talmondois : Cossman, 1908).

§ 6. — DOMÉRIEN

Divisions. — Cet étage, partie supérieure du Lias moyen, comprend deux des zones établies par Oppel : *margaritatus* et *spinatum* ; il correspond à l'AMALTHEAN-AGE de Buckman. Rappelons que dans l'Aveyron, Monestier a essayé de subdiviser la zone inférieure en 3 sous-zones, comprenant plusieurs horizons (cf. tableau F).

Succession stratigraphique. — Dans notre région, les dépôts domériens sont remarquablement constants. La partie inférieure est constituée par une puissante série marneuse. Autour du Morvan et sur la bordure orientale du Massif Central son épaisseur varie entre 50 m et 80 m environ ; les dix premiers mètres sont souvent fossilifères (Mont d'Or lyonnais, Charolais, Brionnais, Nolay, Vénarey) ; à côté d'*Amaltheus margaritatus* MONTF., on ramasse *Agassiceras centriglobum* OPP., de nombreux *Arietoceras*¹, *Grammoceras serrense* MONEST., *G. affricense* REYN., formes de la sous-zone *a* de Monestier. A Corbigny et à Avallon, dans les premiers mètres, on rencontre « *Harpoceras* » *pectinatum* MEN., d'autres *Harpoceras* et *Harpoceratoides* aplatis. Les niveaux suivants sont généralement moins fossilifères, ou se présentent dans des conditions moins favorables pour les récoltes de fossiles ; ce n'est guère qu'au Mont d'Or qu'une série d'horizons ont pu être distingués (cf. p. 327). Une étude sommaire m'a montré que ces marnes sont de types assez différents : plus ou moins riches en mica et éléments détritiques très fins, leurs minéraux argileux proprement dits sont parfois assez réduits ; la roche prend alors un aspect plus grossier.

La partie supérieure du Domérien, zone à *Pallopleuroceras spinatum*,

¹ Je crois avec beaucoup d'auteurs récents (Roman, 1938, p. 412, Haas, Vecchia) que la critique faite par Levi au terme d'*Arietoceras* SEGNIENZA, 1884 n'est pas justifiée ; le terme d'*Arietoceras* ayant seulement été proposé par Quenstedt (Am. p. 44, 1^{re} livraison de décembre 1882) mais jamais utilisé en fait. Je conserve donc le nom d'*Arietoceras*.

comprend une série de roches variées ¹, généralement associées ou se remplaçant rapidement l'une l'autre. D'où des aspects divers à faible distance, mais une constance des caractères d'ensemble sur presque toute la région étudiée. L'exemple des trois faciès du Domérien supérieur au Mont d'Or lyonnais est typique à cet égard. Calcaire marneux compact, ou feuilleté, avec passées riches en fossiles entiers ou brisés, calcaire très coquillier qui forme tantôt des bancs épais cristallins, tantôt des plaquettes à faciès de lumachelle ; ces trois types de calcaires, séparés par des lits de marnes feuilletées, généralement assez épais, se succèdent dans le temps ou dans l'espace, d'une façon souvent capricieuse. Pourtant l'étage se termine, souvent, par 1 m ou 2 m de calcaire cristallin, crinoïdique, en bancs massifs ; les calcaires marneux riches en fer avec des rubanements bruns caractéristiques, sont plus fréquents dans la partie inférieure et moyenne. Enfin, des oolithes ferrugineuses et des pseudoolithes recristallisées se voient à des niveaux divers.

La faune est formée surtout de Brachiopodes, de Bélemnites et de Lamelli-branches à test feuilleté, Plicatules, Pectinidés, petites Huîtres, *Gryphæa gigantea* Sow. ² ; elle présente des variations locales assez complexes que la méthode statistique pourrait seule préciser. Parmi les Ammonites, *Amaltheus margaritatus* MONTF. est encore présente mais associée à *Paltopleuroceras spinatum* BRUG. et *P. pseudocostatum* HYATT ; dans la région d'Avalon, on a récolté quelques *Grammoceras* cf. *normanianum* D'ORB., mais je n'ai pu retrouver nulle part la faune spéciale d'Harpocératidés des niveaux supérieurs du Lias moyen anglais.

L'ensemble de la faune, aussi bien que les caractères lithologiques et la présence fréquente de galets, indiquent un dépôt peu profond et peut-être même des émerSIONS locales ; nous verrons qu'il y a généralement une lacune à la base du Toarcien.

Variations de faciès. — La série marneuse du DOMÉRIEN INFÉRIEUR, très constante dans toute la région située à l'E de la Loire, voit sa puissance diminuer vers l'W, le long de la bordure N du Massif Central ; elle a encore 30 m environ dans le Cher, mais 5 m seulement dans l'Indre ; à l'extrémité occidentale de ce département, à Dunet, elle est représentée par 1 m de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses.

L'épaisseur du DOMÉRIEN SUPÉRIEUR varie de 5 m à 15 m environ. Cette formation, très constante, autour du Morvan, disparaît, où plutôt devient très

¹ Une étude des roches du sondage de Saint-Laurent-en-Brionnais, en préparation, montrera en outre l'aspect différent, beaucoup plus compact, de la roche fraîche.

² Je conserve le nom primitif de « *Gryphæa gigantea* » Sow., l'erratum de la fin du t. IV des Mineral Conchology ayant rétabli la position stratigraphique exacte de cette forme (cf. Dumortier, L. Moy., p. 319 ; Collenot, 1873, p. 238).

Utilisant le genre *Gryphæa*, je n'ai pas de raison de suivre Rollier (1917, p. 374) qui, rangeant les Gryphées dans le genre *Ostrea*, a créé le nom de *laticor* pour éviter le double emploi avec une *Ostrea gigantea* Sow. de Barton.

marneuse, et n'est plus visible en affleurement entre la Loire et l'Allier, ainsi que dans l'E du département du Cher ; à Saint-Amand, elle est formée seulement de quelques bancs de calcaire très marneux ; elle s'épaissit et redevient plus calcaire à l'W du département, par exemple à Fumée. Dans l'Indre, elle garde une épaisseur de 10 m à 15 m, mais on la voit devenir de plus en plus calcaire d'E en W ; les Brachiopodes, absents dans le faciès marneux, réapparaissent et, au delà de Neuvy-Saint-Sépulcre, ils forment le fond de la faune, souvent ils sont silicifiés ; les calcaires cristallins se retrouvent encore, plus réduits, à Chazelet et à Dunet (2 m), mais ils manquent, le plus souvent dans le département de la Vienne.

La grande constance des faciès et des épaisseurs du Domérien inférieur et supérieur autour du Morvan, fait penser que le Massif ancien, toujours entièrement submergé, n'était même plus bordé vers l'E par des hauts fonds comme au Pliensbachien.

Au Domérien supérieur, il y a diminution générale de la profondeur, la sédimentation devient plus organogène.

Comparaison avec les régions voisines.

Sur la bordure orientale du Bassin de Paris ainsi que dans le Jura, la zone à *A. margaritatus* est représentée par une épaisse série de marnes feuilletées (60 m à 100 m en moyenne) avec ovoïdes calcaires ou ferrugineux. Des oolithes ferrugineuses ont été signalées au S du Plateau de Langres. La zone à *P. spinatum* est marquée généralement par un changement de régime dans les dépôts ; grès médioliasiques en Lorraine (8 m à 15 m), calcaires crinoïdiques et minerai de fer ¹ au S du plateau de Langres, marnes et calcaires marneux peu consistants dans la région de Besançon et d'autres plus durs dans la région de Salins (Guillaume, 1941, pp. 57-59 ; Gardet, 1944, pp. 37-39 ; Girardot, 1890, pp. 785-796).

En Souabe, près de Tübingen, le Domérien tout entier (15 m) est, par contre, essentiellement marneux ; au sommet seulement, viennent quelques lits de gros nodules ou de petits bancs de calcaire marneux à *Palaepterozocras spinatum* Brug. et grosses Bélemnites. Au S, dans la Wutach, l'étage, toujours marneux, est un peu moins épais (9 m).

Dans les Ardennes, l'étage (50 m à l'E, 25 m et moins à l'W) comprend des marnes avec, à la base, des plaquettes de lumachelles et, ensuite, des ovoïdes ferrugineux ; il se termine par des « calcaires ferrugineux », grès et lumachelles bruns, spécialement développés vers l'E (Dubar, 1923, pp. 27-37 ; Bonte, 1941, p. 61). Une série à peu près identique épaisse de 24 m a été traversée à Ferrières-en-Bray (Pruvost, 1928).

En Normandie, le Domérien, marneux à la base, se termine aussi par un calcaire blanc compact, le « banc de roc » ; à May-sur-Orne et dans la région de Falaise, le Domérien et le Pliensbachien supérieur, transgressifs, sont formés par des couches gréseuses à végétaux et par des conglomérats grossiers avec poches de calcaire à Gasté

¹ Le minerai étudié par Cayeux (1922, p. 537) comme aalénien est en réalité de ce niveau d'après Gardet.

ropodes et rares *Amaltheus margaritatus* MONTF. (Bigot, 1942, pp. 33-34). Dans le Maine et l'Anjou, on connaît des calcaires marneux ou oolithiques à faune de Brachiopodes, qui ont donné en plusieurs points *Amaltheus margaritatus* MONTF.; c'est à ce niveau que l'on range actuellement le calcaire de Jupille (cf. Abrard, 1950, pp. 204; 232). De même, dans le Poitou, P. A. Gillard (1938) a signalé, en quelques points, des grès, des calcaires gréseux ou compacts à *Amaltheus margaritatus* MONTF., *Paltoptero-ceras spinatum* BRUG. qui reposent soit sur le cristallin, soit à l'W, sur l'Hettangien.

II. A l'E de Lyop, le Domérien a été traversé par des sondages et affleure à Saint-Quentin; il comprend toujours des marnes et des calcaires marneux, puis des calcaires lumachelles, en petits bancs séparés par des marnes, fortement imprégnés d'oxyde de fer. Les marnes sont bien moins épaisses qu'au Mont d'Or Lyonnais: 11 m au sondage de Toussieu, 5 m seulement à Saint-Quentin, où elles sont surmontées par 6 m de calcaire marneux, compact alternant avec des marnes. La lumachelle a 2,75 m à Toussieu, 5 m environ à Saint-Quentin où elle est hématisée et a été exploitée comme « minerai de mélange »; elle correspond au sommet de la zone à *A. margaritatus* et à la zone à *P. spinatum* et contient une riche faune d'Ostréides, de Plicatules et de Brachiopodes (Thoral, 1945 a; Rosset, 1947).

Dans la région de Digne, une série de marnes à *A. margaritatus* MONTF. avec rares bancs de calcaire, épaisse de plus de 100 m, se termine par 5 m de calcaire gréseux et siliceux du Domérien supérieur.

En Ardèche, le Domérien, d'un type bien différent, comprend, dans la région de Privas et d'Aubenas, des grès ou des calcaires gréseux à grosses Rhynchonelles et, localement, des calcaires à silex (Roman, 1950); il manque probablement dans la région des Vans, mais reparait au N du Gard, sous forme de calcaire en petits bancs, à nodules siliceux, épais de 30 m entre Mollières et Courry. Dans le reste du Gard et dans l'Hérault, on retrouve une épaisse série de marnes avec rares bancs ou séries de nodules calcaires; elle renferme *Amaltheus margaritatus* MONTF., et, en haut, *Paltoptero-ceras spinatum* BRUG.; au Pic Saint-Loup, dans les trois derniers mètres, on voit 3 ou 4 petits bancs de calcaire marneux de 20 cm d'épaisseur et, dans les marnes, quelques grosses Bélemnites; ces couches légèrement plus calcaires marquent, comme en Souabe, le sommet de la zone à *P. spinatum*; il y a donc, presque partout, une tendance à la sédimentation calcaire au sommet de l'étage.

Le même faciès, essentiellement marneux, règne dans les grands Causses et l'Aveyron (60 m) où Monestier (1913, 1928, 1934) a recueilli d'abondantes Ammonites pyriteuses qu'il a réparties en 4 horizons. La faune de cette région SE du Massif Central a un caractère méditerranéen manifesté par l'abondance de ses « Grammoceratidés » et « Harpoceratidés ». Dans les petits Causses qui s'échelonnent sur le pourtour du Mont Lozère, la puissance de la formation diminue beaucoup et les faciès deviennent gréseux ou calcaires, montrant des formations souvent très littorales (de Brun et Marcelin, 1934; cf. Lapadu-Hargues, 1937, p. 119). La partie orientale du détroit de Rodez montre le faciès marneux classique des Causses, mais à l'W, dès les environs de Rodez, on voit se développer à la partie supérieure un calcaire gréseux plus ou moins encrinétique et ferrugineux à *Pecten æquivalvis* Sow. et faune de la zone à *P. spinatum*; il se marque nettement dans la topographie.

Sur la bordure SW du Massif Central, la disposition reste la même jusqu'à Brive. Au N de cette ville, l'élément marneux disparaît et le Domérien ne comprend plus que des calcaires gréseux assez fossilifères, des grès ou des calcaires dolomitiques dont

416 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
l'épaisseur diminue en direction du détroit du Poitou (20 m à 30 m; Glangeaud, 1895).

En Vendée, on connaît des calcaires gréseux, des calcaires à silex localement fossilifères, ou des calcaires marneux à *Am.² margaritatus* (5 m environ près de Chantonay, renseignement oral de G. Dubar).

§.7. — TOARCIEEN ET AALÉNIEN INFÉRIEUR (jusqu'à la zone à *L. opalinum* inclus).

Définition et divisions. — Je groupe ici ces deux formations comme je l'ai fait dans les descriptions régionales, car elles constituent un ensemble pétrographique homogène : il est souvent difficile ou même impossible dans notre région de mettre une coupure entre les deux étages. Ce groupement correspond d'ailleurs aux couches visibles à Thouars où d'Orbigny a pris le type de son étage Toarcien. Je les diviserai en 7 zones, 4 pour le Toarcien et 3 pour l'Aalénien inférieur :

D. tenuicostatum, *H. falciferum*, *H. bifrons*, *L. jurensse*.

D. levesquei, *P. aalensis*, *L. opalinum*.

Type local et succession des faunes. — La coupe la plus complète de ces étages est celle du sondage de la Boudure à Saint-Laurent-en-Brionnais, mais les dimensions d'une « carotte » ne permettent pas toujours une étude paléontologique assez poussée de la faune de chaque niveau. Je complèterai donc ces données par celles de nombreuses coupes partielles et par la comparaison avec les séries classiques d'autres régions (Welsch, 1911 ; P. A. Gillard, 1939 ; Spath, 1942 ; S. Buckman, T. A.).

La ZONE INFÉRIEURE (40) à *Dactylioceras tenuicostatum* Y. et B., renferme, en Auxois, l'espèce indice et d'autres *Dactylioceras* à côtes très fines, *D. cf. mite* S. Buckm. etc... ; ils sont associés probablement à *Cœloceras acanthus* d'ORB., qui avait été considéré par Collenot et Carrey comme caractéristique d'un niveau, distingué dès 1868 et placé par eux au sommet du Domérien, en raison de sa parenté pétrographique avec les calcaires de la zone à *P. spinatum*. En Angleterre, la zone à *D. tenuicostatum* présente, elle aussi, cette parenté. Il me semble donc que la zone à *Ammonites acanthus* de Collenot correspond à la zone à *D. tenuicostatum*, mais je ne puis l'affirmer, car les fossiles n'ont pas été recueillis en place ensemble.

La ZONE à « *Harpoceras falciferum* Sow. ¹ », (41-42), montre une faune abondante d'*Harpoceras*, *Harpoceratoides*, *Hildoceratoides* etc.. et de *Dactylioceras* à côtes assez fines du groupe de *D. annulatum* Sow. ; ces couches ne sont pas très développées dans notre région et comprennent, le plus sou-

¹ Le choix de cette espèce comme indice de zone est assez mauvais car il y a eu et il y a encore des confusions à propos de cette forme, comme d'ailleurs à propos d'« *Harpoceras* » (*Hildoceratoides*) *serpentinum* REIN.

vent, des calcaires très marneux et des schistes bitumineux ou à débris de Poissons, dans lesquels les fossiles sont très aplatis et déformés, ce qui rend leur détermination spécifique et même générique très délicate, la forme de la section, le développement de la carène, ayant une grande importance dans la famille des Harpocératidés. Ce n'est que dans les cas où des bancs de calcaire plus compact sont intercalés, comme en Auxois, que la faune a pu être déterminée en détail : *Harpoceras concinnum* S. BUCKM., *H. exiguum* S. BUCKM., *Dactylioceras consimile* S. BUCKM., *Dactylioceras* cf. *commune* Sow. (ces formes appartiennent d'ailleurs tout à fait au sommet de cette zone à *H. falciferum*). Aussi je n'ai pu subdiviser cette zone, comme cela a été fait en Angleterre, ni préciser exactement sa limite supérieure.

Dans le TOARCIEŒ MOYEN (zone à *Hildoceras bifrons* BRUG.), généralement assez épais, on peut distinguer une partie inférieure (43-44) où l'espèce indice est très abondante, associée à *Cœloceras commune* Sow. et formes voisines, *Harpoceras subplanatum* OPP. et même *Harpoceras falciferum* Sow. typique (S. Buckman T. A., pl. 764, 764 A) ¹ ; j'ai retrouvé, en effet des échantillons conformes à cette figure dans les nodules à *Hildoceras bifrons* BRUG. des environs de Saint-Amand-Montrond. A la partie supérieure (45), la faune comprend des *Hildoceras* à côtes fines, *H. semipolitum* S. BUCKM. etc..., *Grammoceras soloniacense* LISS., de nombreux *Cœloceras* du groupe de *C. crassum* PHILL., *Cœloceras* (*Collina*) *mucronatum* D'ORB., *C. braunianum* D'ORB., *Peronoceras fibulatum* Sow., de nombreux *Brodiceras* et les premières *Haugia*. A côté de ces Ammonites, on rencontre *Amussium pumilus* LMK., un Polypier isolé, *Thecocyathus mactra* GOLDF. et de nombreux petits Gastéropodes : *Trochus subduplicatus* D'ORB., *Purpurina patroclus* D'ORB., *Cerithium jole* D'ORB. Ces formes persistent dans la partie inférieure du Toarcien supérieur, et *Amussium pumilus* LMK. au moins jusqu'à l'Aalénien supérieur.

Le TOARCIEŒ SUPÉRIEUR, zone à *Lytoceras jurensis* ZIETEN, commence par un horizon à *Haugia variabilis* D'ORB. (46), mis en évidence par Welsch (1911) et les auteurs anglais ; il n'a pas été possible de le séparer nettement ici, en raison des conditions de gisement ; on distingue plus facilement, au-dessus, un horizon (47) à *Grammoceras toarcense* D'ORB., *G. doerntense* DENCKM., *G. striatulum* Sow. qui contient déjà quelques *Pseudogrammoceras* ; et un deuxième horizon (48) à *Pseudogrammoceras fallaciosum* BAYLE, *P. cotteswoldix* S. BUCKM., *P. expeditum* S. BUCKM., *P. quadratum* HAUG. ; au sommet de ce deuxième horizon viennent des *Phlyseogrammoceras* (49). Les grands *Hammotoceras*, *H. insigne* SCHÜBL., *H. speciosum* JAN., *H. semilunatum* JAN. sont fréquents dans ce Toarcien supérieur, spécialement dans sa partie élevée ; à Saint-Romain, de Riaz (1906) a montré qu'ils constituaient l'horizon terminal (49) de la zone à *L. jurensis* : c'est l'horizon

¹ Cette forme, à ombilic relativement étroit, diffère sensiblement de l'exemplaire figuré par Arkell, 1933, pl. 32, fig. 5.

à *Hamm. insigne* de Welsch (1911) et de P. A. Gillard (1949) dans le Poitou ; je n'ai pas pu pousser l'analyse aussi loin que ce dernier, ma succession serait probablement identique à la sienne.

L'AALÉNIEN INFÉRIEUR débute par la zone à *Dumortieria levesquei* D'ORB. (51-52) qui contient de très nombreuses *Dumortieria* ; je ne connais pas le détail de leur succession, mes récoltes ayant été faites uniquement dans des vignes.

La zone à *Pleydellia aalensis* ZIETEN (53-54) a pu être étudiée en détail aux environs de Nevers et dans le sondage de la Boudure. A la base (53) elle montre *Cotteswoldia egena* S. BUCKM., *C. distans* S. BUCKM., *C. pausicostata* S. BUCKM. accompagnant, ou devant généralement les *Pleydellia* à côtes très fasciées, *P. maetra* DUM., *P. subcompta* BRANCO ; au-dessus seulement viennent *Pleydellia aalensis* ZIETEN, *P. (Walkericeras) burtonensis* S. BUCKM., des *Cotteswoldia* et de très nombreuses formes voisines.

La zone à *Lioceras*¹ *opalinum* REIN., peu épaisse, n'a pu être subdivisée, mais on a noté souvent l'abondance des grands *Lioceras costosum* QUENST., *L. lineatum* S. BUCKM., *L. plicatum* S. BUCKM., *L. comptum* REIN.

Variations de faciès (pl. 6 et 7) . — Nous suivons ici ces variations zone par zone.

1. **La zone inférieure** à *D. tenuicostatum* est vraisemblablement représentée en Auxois (Gissey, Flavigny) par un banc de 0,25 m à 0,30 m de calcaire bleu, compact, très pyriteux, rappelant le faciès du Domérien supérieur de la région (zone à *Ammonites acanthus* de Collenot) ; d'après Carrey, elle forme un niveau constant au flanc des collines de l'Auxois. Les calcaires compacts pyriteux à *Dactylioceras* à côtes fines du groupe de *D. annulatum* Sow. de Sombornon appartiennent probablement aussi, en raison du faciès, à cette zone. Il est possible qu'elle existe aussi dans le Cher, près de Saint-Amand, et dans l'Indre, à Sacierges, où j'ai recueilli de petits *Dactylioceras* mal conservés, à la base du Toarcien. Partout ailleurs, la zone n'a pu être caractérisée, et il semble qu'il y ait souvent une lacune à la base de l'étage, les caractères des dépôts du Domérien supérieur le laissent prévoir.

2. **La zone** à *H. falciferum* est beaucoup mieux connue quoique peu épaisse. Sur la bordure N du Morvan, à Avallon par exemple, elle est formée de quelques bancs de calcaire marneux à ciment, séparés par des marnes schisteuses, légèrement bitumineuses, passant à des schistes carton (5 m à 8 m). Les calcaires à ciment, à grain très fin, ont fourni à Vassy une faune de Poissons remarquablement conservée ; les schistes contiennent souvent de nombreuses petites Posidonomyes et des débris de Lamellibranches à test mince ; le même faciès se prolonge probablement, ou reparaît, à la base du

¹ J'écris *Lioceras* et non *Leioceras*, malgré l'orthographe originale de Hyatt car et se transcrit à d'après les règles internationales de nomenclature.

Toarcien moyen (Rû du Rocher près de Semur, où le Toarcien inférieur manque).

En Auxois et en Bourgogne, dans les schistes carton assez typiques, s'intercalent des banes de calcaire fossilifère, souvent plus cristallins et moins épais qu'à Avallon. En Bourgogne et ailleurs, on trouve presque partout, à ce niveau, un ou plusieurs banes de calcaire compact, fétide, se débitant en plaquettes avec de nombreux débris et écailles de Poissons et des petites Discines (*Orbiculoidea* sp.). Quelques beaux spécimens de Poissons ont été récoltés près de Nolay, dans le Nivernais (Lefort, 1896, p. 89) et dans l'Indre. Des schistes un peu bitumineux, plus ou moins feuilletés, sont associés à ces calcaires ; mais partout les épaisseurs sont faibles ; 1,10 m à Tramayes en Mâconnais, 1 m à Saint-Jean-des-Vignes en bas Beaujolais alors qu'ils ne sont pas connus au Mont d'Or, 1 m environ à Paray-le-Monial, moins de 4,50 m à la Boudure en Brionnais.

Par contre sur la rive gauche de la Loire, ce Toarcien inférieur atteint probablement 10 m ou davantage dans le Cher, et dans l'Indre, à Argenton-sur-Creuse ; cependant à l'E, au S et au SW de cette ville, à Chavin, à Bazaige et à Sacierges, il est plus réduit et débute par une oolithe ferrugineuse.

3-4. **Le Toarcien moyen et supérieur** est formé d'une série de marnes à fossiles souvent phosphatés ou pyriteux, avec quelques banes de calcaire marneux, plus fréquents au sommet. Son épaisseur est de 15 m à 30 m environ sur les bordures N et E du Morvan, à Avallon, Semur, Sombernon, Nolay ; elle se réduit à 5 m en Mâconnais, où l'on connaît quelques oolithes phosphatées ; elle a 3 m environ au Mont d'Or lyonnais, où se trouvent un niveau de minéral de fer à *Hildoceras bifrons* Brug. et quelques oolithes ferrugineuses ou phosphatées dans le Toarcien supérieur. Bien développées et non ferrugineuses à Saint-Laurent-en-Brionnais et à Charolles (15 m à 20 m), ces marnes se chargent d'oolithes ferrugineuses, à la partie supérieure, à Saint-Julien-de-Civry et surtout aux environs de Charlieu (niveau à *Pseudogrammoceras*).

En Nivernais et sur la bordure W du Morvan, les marnes sont plus épaisses encore qu'au N et à l'E de ce dernier. Lefort parle de 60 m pour tout le Lias supérieur alors que l'Aalénien est réduit à quelques mètres. Le Toarcien supérieur, ici plus calcaire, montre autour de Nevers des banes à *Grammoceras* et *Pseudogrammoceras*. Au NW du massif de Saint-Saulge, à Lurey-le-Bourg, on a exploité autrefois, dans une gangue argileuse, un minéral de fer de la base du Toarcien supérieur, situé immédiatement sous les calcaires à Entroques ; il y a donc lacune d'une partie du Toarcien supérieur en ce point. Dans le Cher, les faciès sont un peu différents : le Toarcien moyen comprend 30 m de marnes à gros nodules calcaires ; au Toarcien supérieur on peut attribuer 10 m d'argile ocreuse et 2 m de calcaire à *Pseudogrammoceras*. Dans l'Indre, on retrouve 30 m de marnes, avec quelques

petits bancs de calcaire tendre intercalés ; des horizons à oolithes ferrugineuses peu importants ont été signalés localement.

5-6-7. Sur les bordures N, E et S du Morvan, on peut rapporter à l'**Aalénien inférieur** une épaisse série de marnes micacées (20 m à 30 m) ; cette formation peu fossilifère a donné à 50 km au N du Morvan, dans le sondage de Saint-Florentin, des *Dumortieria* et des *Pleydellia*¹, à Sombornon de mauvaises *Pleydellia* et, à Saint-Laurent-en-Brionnais dans des couches un peu plus calcaires, une faune de *Dumortieria*, de *Cotteswoldia* et de *Pleydellia* ; malgré les distances j'admettrai que cette série très uniforme de marnes micacées, qui a commencé sans doute localement au Toarcien supérieur, correspond en général aux deux zones inférieures de l'Aalénien. A la partie supérieure, ces marnes deviennent de plus en plus gréseuses et contiennent des plaquettes grés-micacées, ce qui indique une augmentation de l'apport détritique ; nous verrons qu'il y a lacune probable d'une partie de l'Aalénien supérieur autour du Morvan.

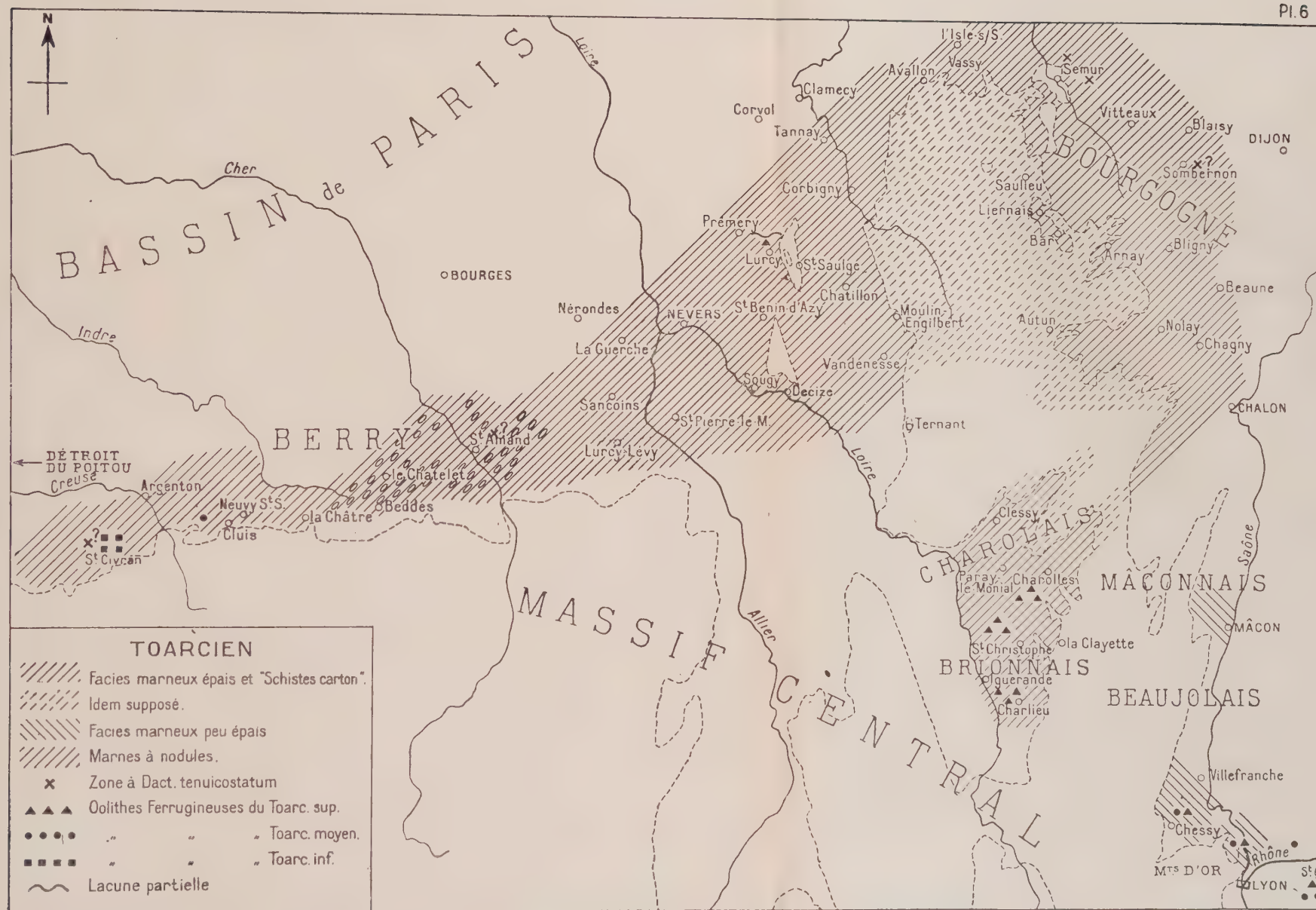
Au SE, dans la vallée de la Saône, la série est beaucoup plus réduite et montre des niveaux à oolithes ferrugineuses ; en Mâconnais, la zone à *Dumortieria* comprend seulement 2 m à 3 m de marnes à fossiles phosphatés, tandis que la zone à *P. aalensis* n'est représentée que par des fossiles phosphatés ou ferrugineux, remaniés dans la zone à *L. opalinum*, elle-même très réduite ; des formes de cette zone se trouvent localement dans les premiers bancs du calcaire à Entroques. Au Mont d'Or lyonnais, les trois zones (0,50 m à 3,50 m) contiennent des fossiles phosphatés et des oolithes ferrugineuses ou phosphatées ; le calcaire à Entroques commence au sommet de la zone à *L. opalinum*.

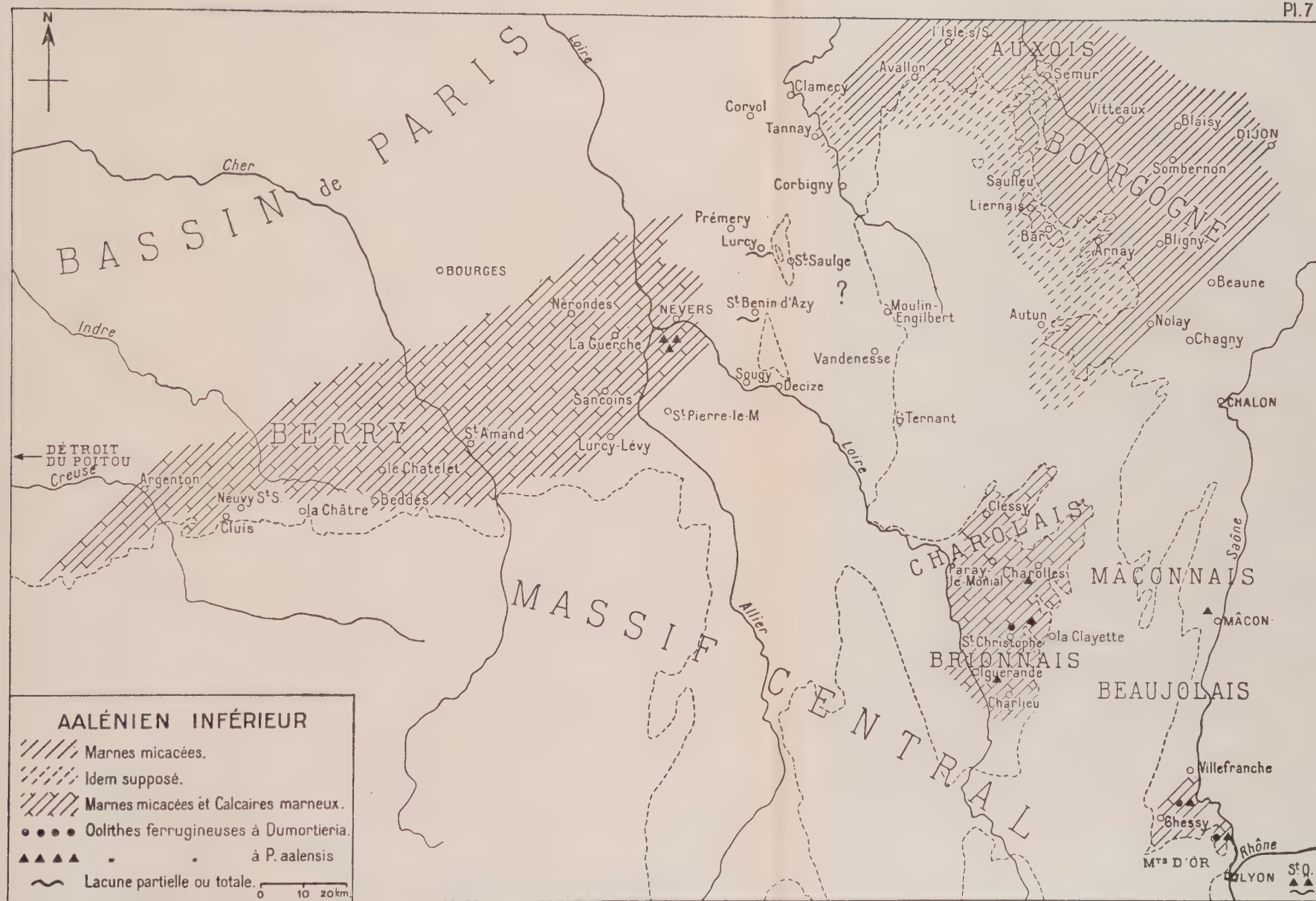
En Charolais et Brionnais, des niveaux à oolithes ferrugineuses s'intercalent au sein de la série marno-calcaire, dans la zone à *Dumortieria* près de Charlieu, au sommet de la zone à *P. aalensis* et dans la zone à *L. opalinum* à Saint-Laurent ; plus près de Charolles, à Saint-Julien, quelques oolithes se rencontrent à la base de la zone à *P. aalensis*. Enfin à Charlieu et à Charolles les premiers bancs de calcaire à Entroques, encore schisteux, ont donné *Lioceras opalinum* REIN.

Par contre, sur la bordure occidentale du Morvan, à l'W du massif de Saint-Saulge, l'Aalénien inférieur manque ; en effet, à Saint-Benin-d'Azy, le calcaire à Entroques, qui débute par une couche fossilifère de la base du Bajocien, repose directement sur des calcaires marneux à *Pseudogrammoceras* ; à Lurey-le-Bourg, il surmonte l'oolithe ferrugineuse de la base du Toarcien supérieur, la lacune s'étend peut-être à toute la région comprise entre le Massif de Saint-Saulge et le Morvan ; mais je n'ai pas pu en avoir la preuve.

Dans la région de Nevers, on ne peut attribuer à la zone à *Dumortieria*

¹ Ces échantillons provenant de 900 m à 910 m m'ont été communiqués par H. Tintant qui publiera prochainement la coupe détaillée de ce sondage.





que 6 m d'argile sans fossiles (Sampange) ; la zone à *P. aalensis* est constituée par une alternance de marnes et de calcaire marneux légèrement cristallin, assez fossilifère ; on la retrouve dans le Cher, près de Néronde, à Saint-Amand-Montrond, ainsi qu'à l'extrémité du département de l'Indre, à Bernier près de Lignac. La zone à *L. opalinum* montre, près de Nevers, une variation rapide de faciès : calcaire crinoïdique ou sableux, dépôt d'oolithes ferrugineuses ou lacune (tableau A, p. 121).

En résumé, au Toarcien et à l'Aalénien inférieur, il y a, en général, opposition assez nette entre les faciès épais et marneux des bordures du Morvan et de la bordure N du Massif Central, et les formations peu épaisses, encore marneuses, mais à oolithes ferrugineuses fréquentes, de l'E du Massif Central, en Mâconnais et Lyonnais ; à partir du Toarcien supérieur, ces niveaux ferrugineux gagnent le Charolais, le Brionnais, et même localement le Nivernais.

LES FAUNES du Toarcien et de l'Aalénien paraissent assez constantes dans l'ensemble de la région étudiée ; il faut dire cependant que l'absence de gisements suffisamment riches pour tous les niveaux, surtout dans l'Aalénien sur la rive gauche de la Loire, empêchent des comparaisons serrées. A l'W du Morvan, *Amussium pumilus* LMK., associé à une faune de Gastéropodes, *Trochus subduplicatus* D'ORB., *Purpurina patroclus* D'ORB., abonde au sommet du Toarcien moyen et à la base du Toarcien supérieur ; en Mâconnais et dans le Lyonnais, on rencontre au contraire *Amussium pumilus* LMK., en faciès calcaire, dans l'Aalénien supérieur ; on sait que ce fossile se retrouve avec les mêmes Gastéropodes dans l'Aalénien du SE du Massif Central. On ne peut rien conclure de l'absence des *Dumortieria*, à l'W du Morvan, car il y a peut-être lacune de sédimentation, et en tout cas ces fossiles se conservent mal dans les marnes micacées. D'ailleurs les *Dumortieria* sont connues dans le Poitou. Par contre *Catulloceras dumortieri* THIOL. et *Erycites fallax* BENECKE n'ont été rencontrés qu'au S du Morvan, dans le Lyonnais, le Mâconnais et le Brionnais ; des *Catulloceras* ont été cependant signalés par Welsch dans le Poitou. Entre le Mâconnais, le Lyonnais et le Brionnais-Charolais, l'identité de faune semble assez poussée pour que ces régions constituent une unité particulière ; tout au plus manque-t-il, dans le Brionnais, les *Phylloceras* du groupe de *P. nilssoni* connus à Saint-Quentin. *Frechiella subcarinata* Y. et B. est une forme rare chez nous, je n'en ai récolté qu'un exemplaire en Mâconnais.

Comparaison avec les régions voisines.

En Lorraine, le Toarcien inférieur et moyen, garde le même type qu'en Bourgogne (60 m à Nancy, 100 m à 120 m à Metz et Thionville). A la base P. L. Maubeuge (1948) a signalé l'existence locale de la zone à *D. tenuicostatum*. A partir du Toarcien supérieur, on rencontre, comme au S du Morvan, des horizons à oolithes ferrugineuses ; les plus importants constituent le minerai de fer de Lorraine qui s'étend en Luxem-

bourg, et se prolonge en Haute-Marne par des formations peu minéralisées: les couches ferrugineuses débutent souvent au sommet du Toarcien, dans l'horizon à *P. disparsum*, mais se développent surtout dans la zone à *D. levesquei*; elles se continuent, pendant une partie de la zone à *P. aalensis*, en Luxembourg et dans le Bassin de l'Orne; à Nancy, on connaît aussi un dépôt très réduit d'âge *opalinum* (Maubeuge, 1948, 1949 b, 1946 ab). Après une lacune stratigraphique importante, le minerai est couronné par un conglomérat, généralement d'âge *concauum* et la sédimentation ne reprend dans l'ensemble qu'à la base du Bajocien, avec les marnes à *H. discites*.

Dans le Jura, on a toujours, à la base, une épaisse série de schistes à Posidonomyes (30 m), puis des marnes à nodules. Au Toarcien supérieur, viennent des calcaires durs et des marnes à Pentacrines avec un niveau à oolithes ferrugineuses à *Grammoceras* et *Pseudogrammoceras*. A l'Aalénien ¹ plusieurs niveaux d'oolithes ferrugineuses sont connus: de la zone à *Dumortieria* dans le massif de la Serre (Joly, 1937) et localement dans le Jura lui-même, à Grusse; des zones à *P. aalensis* et *L. opalinum* dans tout le Jura, avec un faciès qui rappelle beaucoup celui du Mâconnais (Girardot, 1890).

En Souabe au contraire et dans le fossé rhénan, le Toarcien et la base de l'Aalénien sont peu épais (10 m à 20 m); ils débutent par des schistes à Posidonomyes souvent très bitumineux (Ofelschiefer ou Posidonomyenschiefer, 7 m à 12 m) exploités industriellement sur de vastes étendues; dans leur partie inférieure, s'intercalent des bancs calcaires compacts plus ou moins nombreux, qui donnent à Boll et Holzmaden une faune remarquablement conservée de Poissons et de Reptiles. Par contre, la zone à *L. opalinum*, toujours marneuse, est très épaisse: 100 m environ d'« Opalinuston » avec de rares niveaux fossilifères et, à la partie supérieure, quelques bancs calcaires et des couches sableuses.

Dans les Ardennes, la série comprend toujours à la base, un niveau un peu bitumineux, les Marnes de Flize, puis des marnes à nodules et au sommet, des marnes gréseuses à septaria avec *Grammoceras toarcense* d'ORB.; l'ensemble a environ 50 m de puissance. Au cours de l'étage, on observe un retrait de la mer de l'W vers l'E, et l'Aalénien semble manquer. A Ferrières-en-Bray, le Toarcien, toujours marneux, est épais (49,30 m); l'Aalénien inférieur est réduit à la zone à *Dumortieria* (2 m) qui contient des oolithes ferrugineuses; la zone à *P. aalensis* manque, mais des fossiles de cette zone ont été trouvés, remaniés, à la base de la zone à *L. concauum* (Pruvost, 1928, p. 438; Bonte, 1941, p. 247).

En Normandie l'étage est réduit, mais dans le Bessin, tous les horizons sont présents sous le faciès calcaréo-marneux (10 m); au S de Caen, le Toarcien, souvent transgressif sur les grès de May, est à l'état de calcaire à Entroques; dans les parties tendres de ces calcaires, comme à la base des marnes du Bessin, existe une faune à petits Brachiopodes spéciaux (couches « à *Leptæna* ») (cf. Bigot, 1942). A la bordure W du Bassin de Paris, le Lias supérieur forme une bande d'affleurements généralement transgressifs sur le socle ancien; les faciès sont argileux ou marneux dans l'Anjou, plus sableux dans le Maine. C'est dans le Poitou, à Thouars, que d'Orbigny a pris le type du Toarcien; on y voit, transgressifs sur le primaire et débutant par un conglomérat, 5 m de Toarcien s.s. et 4 m d'Aalénien inférieur très fossilifères, avec plusieurs niveaux d'oolithes ferrugineuses (Welsch, 1911; P. A. Gillard, 1939; J.-M. Paillard, 1947); plus près du massif vendéen, les faciès sont littoraux, avec de

¹ Pirouet (1919) a signalé, après Marcou, la présence étonnante de rares *Hildoceras biformis* Brug., dans l'Aalénien inférieur des environs de Salins.

très nombreux Gastéropodes formant des nids entre de gros blocs ou galets primaires (Près de Saint-Varent). Dans la Vienne, le Toarcien et l'Aalénien débutent par des calcaires gréseux ou à oolithes ferrugineuses de la zone à *H. falciferum* et comprennent, au-dessus, des marnes et des calcaires marneux, où P. A. Gillard (1938, p. 108) a retrouvé les divers horizons fossilifères.

II. A l'E de Lyon (Saint-Quentin, bord du plateau de Crémieu, Jura méridional),

ZONES	Calcaire à Entroques	Calcaire / sommets des coquil.		Couche à patine verte	Calcaire marneux		
<i>L. concava</i>							
<i>L. murchisonæ</i>	Calcaire à fucoides	Sommet des coquillages		rare éch. (remaniés ?)			Calcaire cristallin
<i>L. opalinum</i> <i>P. aalensis</i>	Oolithes ferrugineuses et marnes	couche à coquillages	minerai supérieur	rare éch. (remaniés ?)		Calcaire à oolithes ferrugineuses	Calcaire à oolithes ferrugineuses
<i>Dumortieria</i>	Calcaire à oolithes rouges	o (très rares)		o		o	Calcaire à oolithes ferrugineuses
<i>Pseudogram.</i> et <i>Grammoceras</i>	Marnes	(rares) sommets du minerai	minerai inférieur	o		minerai	?
<i>H. bifrons</i>	minerai	minerai	calcaire marneux minerai (mince)	minerai marnes		?	?
<i>H. falciferum</i>	marnes noires o	calcaire marneux		o		o	
	MONT d'OR SAINT-ROMAIN	SAINT-QUENTIN	CORBESSIEU	HYÈRES	LEYRIEU	VILLE-BOIS	AMBERIEU (Vareilles)
o = lacune							

VARIATION DES NIVEAUX FERRUGINEUX DANS L'EST LYONNAIS

le Toarcien et l'Aalénien inférieur sont très réduits, plus encore qu'au Mont d'Or; ils contiennent des horizons ferrugineux qui ont été exploités autrefois et ont donné de très nombreux fossiles; ces couches d'oolithes ferrugineuses appartiennent à des horizons différents selon les points; elles devaient avoir une disposition lenticulaire et ont été souvent usées par des érosions sous-marines; le tableau de la page 423 montre cette variabilité (de Riaz, Riche et Roman, 1913; R. Mousterde et J. Rosset, 1948).

En bordure des Alpes, nous retrouvons le faciès marneux; très épais en Dauphiné, il a encore 200 m dans la région de Digne, où les différents horizons sont connus (Haug, 1891, p. 39).

Sur la rive droite du Rhône, en Ardèche, les dépôts, peu épais, sont assez détritiques en raison de la proximité du Massif Central émergé; on a souvent des lacunes, des calcaires à grains de quartz ou des grès littoraux. Le Toarcien et l'Aalénien manquent à Châteaubourg, mais ils sont représentés à Crussol par 1 m environ de calcaire à Entroques et grains de quartz, avec fossiles de presque toutes les zones. Dans la région de Privas et d'Aubenas, on a toujours des calcaires à grains de quartz, mais plus épais, avec des niveaux ferrugineux et plusieurs horizons fossilifères du Toarcien et de l'Aalénien inférieur (Roman, 1950). Au S de l'Ardèche, les dépôts sont encore plus grossiers; ils manquent dans la région des Vans. Au N du Gard, on rencontre, d'abord, quelques couches de calcaire peu épais avec plusieurs lacunes; puis très brusquement, près de Saint-Brès, après le passage d'une faille, une épaisse série de marnes, située sous les calcaires à Entroques bajociens, semble représenter le Lias supérieur. Près d'Alès, on a 20 m de schistes à Posidonomyes surmontés par des calcaires noirs compacts.

Dans le S du Gard, l'Hérault et les grands Causses règne le faciès de schistes noirs épais, surmontant en continuité le Domérien marneux; ces schistes sont généralement bitumineux à la base avec un niveau à Poissons (Saint-Loup, les Avelas, etc...); au-dessus viennent des marnes et quelques bancs de calcaire marneux; de très abondantes Ammonites pyriteuses permettent une stratigraphie détaillée; la faune diffère de celle du Lyonnais et du Bassin de Paris par une plus grande abondance et une plus grande variété des *Phylloceras* et *Lytoceras*, ainsi que par la fréquence de *Polyplectus discoides* ZIET., *P. bicarinatus* ZIET. et de *Paroniceras sternale* v. BUCH. Dans une partie des petits Causses, le Causse du Larzac, etc..., le Toarcien est plus ou moins incomplet à la base et débute par des niveaux à fossiles phosphatés ou remaniés; l'Aalénien inférieur est généralement mieux représenté (Roquefort et Daguin, 1929). Ces mouvements de la mer au Toarcien sur la bordure des Cévennes, plus importants que ceux du Domérien, sont à rapprocher de la présence d'oolithes ferrugineuses et de la faible épaisseur des sédiments au SE du Morvan, ainsi que de la transgression contemporaine dans le Poitou et l'W du Bassin de Paris.

Dans le détroit de Rodez, la série, moins épaisse (40 m à 45 m au maximum), semble plus complète à la base, formée de schistes à Posidonomyes et de schistes bitumineux (exploités dans la région de Séverac-le-Château) et de marnes brunes; mais elle se termine localement par des niveaux à oolithes ferrugineuses du Toarcien moyen ou supérieur, surmontés immédiatement par des calcaires rapportés à l'Oolithe inférieure (Boisse de Black, 1933). Sur la bordure SW du Massif Central, le Lias supérieur est toujours marneux et épais (60 m à 80 m), et se termine par des calcaires marneux bleu foncé à *Pleydellia aalensis* ZIET. souvent associée à *Gryphaea beaumonti* RIV., *Rhynchonella cynocephala* RICH. et *Amussium pumilus* LMK. Au N de Brive, l'étage, essentiellement argileux, a une puissance beaucoup plus faible (15 m):

en Vendée, les dépôts sont de même peu épais, il existe des niveaux calcaires, à la base, avec des oolithes ferrugineuses (*H. bifrons*) et, au sommet, dans l'Aalénien inférieur.

§ 8. — AALÉNIEN SUPÉRIEUR et BAJOCIEN
(à partir de la zone à *L. munchisonæ*).

Définition. — Pour plus de commodité, je joins à l'étude du Bajocien celle de l'Aalénien supérieur, ce dernier étant formé de sédiments calcaires de même type que le Bajocien inférieur, et leur limite souvent difficile à préciser : ainsi la série des calcaires à Entroques ne sera pas dissociée. Ce groupement correspond d'ailleurs au Bajocien tel que l'entendait d'Orbigny (1842, pp. 606-607). On voit que l'emploi du terme Aalénien ne présente pas grand intérêt dans notre région.

Divisions et succession des faunes. — La rareté des fossiles dans les calcaires à Entroques ne permet pas de donner une coupe type de notre région. Pour l'AALÉNIEN SUPÉRIEUR, on a suivi simplement la division proposée par S. Buckman en 1898 dans le supplément de « A Monograph of the Ammonites of the Inferior Oolite series », p. vi et généralement adoptée depuis lors :

Trois horizons répartis en deux zones :

- | | | | | |
|-----|---|-----------------------------------|---|---|
| 56. | { | Zone à <i>Ludwigia munchisonæ</i> | { | horizon à <i>Brasilia bradfordensis</i> |
| 57. | | | | horizon à <i>L. munchisonæ</i> s. s. |
| 58. | | | | |
| 59. | { | Zone à <i>Ludwigia concava</i> | | |
| | | | | |

Pour le BAJOCIEN INFÉRIEUR, en me référant à la coupe de Tendron (pp. 90-94), et à celles des environs de Nevers, je distinguerai :

une zone à *Sonninia sowerbyi* MILL avec :

60. Un HORIZON INFÉRIEUR contenant *Sonninia* (*Euhoploceras*) *dominans*, S. BUCKM., *S. (Euhoploceras) acanthodes* S. BUCKM. et de nombreuses grandes *Sonninia* ; à la base de cet horizon se situe probablement (cf. p. 122) *Hyperlioceras acuticarinatum* DORN. et *Haplopleuroceras* sp., *Terebratula ingens* ROLL. ; paléontologiquement ces formes ont d'ailleurs leurs affinités avec l'Aalénien supérieur.

61. Un HORIZON SUPÉRIEUR, net surtout à Tendron : *Witchellia læviuscula* Sow., *Witchellia* cf. *actinophora* S. BUCKM., *Sonninia schneegansi* GILLET.

62-63. **une zone** à *Otoites sauzei* D'ORB. bien caractérisée à Tendron, Chassy et à la gare de Saincaize (pp. 92, 95, 124) :

Stephanoceras (*Skirroceras*) *leptogyrale* S. BUCKM., *Stephanoceras* (*Kumatostephanus*) *perjucundum* S. BUCKM., *Emileia* cf. *bulligera* S. BUCKM., *Otoites* cf. *contractus* SOW., *O. braikenridgii* SOW. (héméras *sauzei* et *Labyrinthoceras*).

Je mettrai à part un niveau terminal (63) de cette zone, qui est représenté à Saincaize et à Sermoise sous un faciès différent ; il comprend *Sonninia patella* WAAG. et de nombreuses petites formes des groupes de *S. sulcata* S. BUCKM., *S. furlicarinata* QUENST. ; c'est probablement la faune des héméras *alsatica* et *propinquans* (?) de S. S. BUCKM. (T. A.) ; à la carrière Rago-berth, ces formes, assez nombreuses aussi, n'ont pu être séparées de l'horizon principal.

64-65. Le **Bajocien moyen**, peu épais ou peu fossilifère, n'a pu être subdivisé ; on a mis à part cependant un horizon 64, généralement bien défini qui correspond à l'héméra *Epalzites*.

Le **Bajocien supérieur** a été divisé en trois zones :

66. * à la base, **zone** à *Strenoceras niortense* D'ORB., *Garantia baculata* QUENST., et *Spiroceras orbigny* SAUZ. et B...

67. * au-dessus, **une zone** à *Garantia garanti* D'ORB., où l'on trouve encore quelques *Strenoceras* et d'assez nombreuses *Garantia* ; les *Pseudogarantia* : *P. minima* WETZ., *P. dichotoma* BENTZ, semblent abondantes surtout à la partie supérieure de cette zone. *P. minima* WETZ. a été trouvée parfois dans la zone suivante associée à *Parkinsonia orbignyana* WETZ. Les grandes Térébratules du groupe de *T. ventricosa* HARTM., fréquentes à l'W du département de l'Yonne, appartiennent à ce niveau. *Terebratula ferryi* DESL. est abondante dans cette zone, ainsi qu'à la base de la zone suivante.

* Enfin **une zone** à *Parkinsonia parkinsoni* SOW., assez épaisse, comprenant :

68. A la base, un horizon à *Parkinsonia orbignyana* WETZ., *P. subarietis* WETZ. et autres *Parkinsonia* à croissance lente.

69. Un horizon à *Parkinsonia parkinsoni* SOW. et formes voisines.

70. A la PARTIE SUPÉRIEURE, on rencontre *Parkinsonia schloenbachii* SCHLIPPE, et des *Parkinsonia* épaisses à tours élevés et petit ombilic, *P. eimensis* WETZ., et les formes du groupe de *P. neuffensis* OPP. qui se continuent d'ailleurs au début du Bathonien.

71. Je prendrai comme base du **Bathonien** (de Grossouvre, 1930, p. 362) le niveau à *Morphoceras polymorphum* D'ORB., *M. (Ebrayiceras) pseudoanceps* EBRAY-DOUVILLÉ, *Zigzagiceras zigzag* D'ORB. ; en même temps, ou un peu plus tard, viennent les *Zigzagiceras* du groupe de *Z. pollubrum* S. BUCKM., *Z. subprocerum* S. BUCKM. qui en tout cas se prolongent plus longtemps. S. Buckman les range dans une héméra *pollubrum*, postérieure à *zigzag*. *Parkinsonia neuffensis* OPP., *Parkinsonia crassa* QUENST. et sur-

tout sa variété *depressa* NICOL., *P. planulata* QUENST. var. *mutabilis* NICOL., sont fréquentes dans ce Bathonien inférieur où *Pygorhytis ovalis* LESKE commence à abonder.

Variations de faciès (pl. 8 et 9). — La série comprend toujours, à sa partie inférieure, des calcaires à débris assez cristallins, souvent crinoïdiques, appelés pour cette raison, « calcaire à Entroques » et, au-dessus des marnes et des calcaires marneux souvent siliceux ; l'épaisseur et l'âge de ces deux faciès sont cependant très variables selon les points ; en outre, des niveaux d'oolithes ferrugineuses appartenant à des zones assez différentes viennent s'intercaler dans la partie moyenne et supérieure du Bajocien.

1. **Le calcaire à Entroques.** — Cette roche, d'aspect relativement variable, est constituée par une accumulation de débris d'Echinodermes, des articles de Crinoïdes surtout, auxquels se joignent fréquemment des plaques et radioles d'Oursins et des débris d'autres organismes. Tantôt les articles, de grandes dimensions, sont bien conservés et la roche présente une belle cassure spathique, tantôt le grain est plus fin, tantôt les Entroques et les autres fragments de test sont assez fortement roulés et l'on passe à un calcaire à débris ; ce dernier aspect est le plus fréquent en Nivernais. Quelle que soit la profondeur à laquelle les Crinoïdes ont vécu au Jurassique, les débris de leur squelette ont été généralement transportés par les courants, d'où la rareté des calices et des rhizoïdes et la fréquence des stratifications obliques ou entrecroisées qu'ils présentent. Des bancs ou des masses importantes de *calcaires à Polypiers* s'intercalent dans la série ; les passages latéraux entre les deux formations sont fréquents et montrent que ces deux faciès sont intimement liés. De nombreuses interruptions ont rythmé ces dépôts, comme l'indique l'existence de surfaces perforées ou durcies, analogues aux hard-grounds du voisinage de nos côtes ou de certains points de la Manche. P. Roché a souligné leur grand nombre en Mâconnais, mais le fait est très général ; je l'ai observé partout.

Le calcaire à Entroques est donc une formation organogène peu profonde, souvent interrompue, qui s'est développée dans des régions d'eaux pures où l'apport détritique était très réduit ; on note seulement quelques grains de quartz clastique¹, particulièrement dans les bancs de base, et une très faible proportion d'argile.

Cette formation est très épaisse sur toute la bordure orientale du Morvan et du Massif Central (35 m en moyenne et jusqu'à 80 m en Mâconnais), ainsi que dans une partie du Charolais et du Brionnais ; elle est beaucoup plus réduite (10 m environ) sur la bordure occidentale du Morvan, depuis Avallon jusqu'en Nivernais, et à l'W du Brionnais. En de nombreux points elle n'a

¹ La blende rencontrée en trois points, à la base, est probablement d'origine secondaire.

pas 5 m de puissance et à Corvol l'Orqueilleux, seulement 0,75 m ; les épaisseurs les plus faibles se rencontrent légèrement à l'W du Massif de Saint-Saulge et non pas en bordure même du Morvan. La variation d'épaisseur entre la bordure orientale et la bordure occidentale de ce dernier se fait assez brusquement entre Semur et Avallon, à peu près à la limite des départements de l'Yonne et de la Côte-d'Or ; il y a encore 20 m de calcaire au signal de Bard-les-Époisses et pas 10 m à 4 km au NW. à la tour de Pizy. Par contre, plus à l'W, sur la bordure N du Massif Central, dans le Cher et dans l'Indre, les calcaires reprennent une grande épaisseur (R. Monterde, 1949 a).

L'AGE de ces calcaires *présente des variations encore plus remarquables*. En Aurois et en Bourgogne, ils commencent en certains points par des dépôts aaléniens, généralement réduits, qui appartiennent à la zone à *L. concava* (Nolay, Grosbois, Mont-Dregey, Montbard) et plus rarement à la zone à *L. purchisonæ* (environs de Semur) ; la masse principale de la formation est du Bajocien inférieur ou moyen ; les deux faciès, calcaire à Entroques et calcaire à Polypiers, se succèdent et se remplacent partiellement ; on a peu d'indications sur leur âge exact, mais ils sont surmontés par des calcaires à grosses oolithes, les « calcaires à Gervillies » de Collenot, qui ont donné en plusieurs points des *Teloceras* du groupe de *T. blagdeni* Sow. (Bajocien moyen).

En Maconnais, la série est plus épaisse (50 m à 80 m) : l'Aalénien supérieur (20 m à 30 m) a donné des fossiles de tous les horizons ; au-dessus, la grande masse des calcaires à grosses Encrines et des calcaires à Polypiers semble correspondre aux zones à *O. sauzei* et à *S. humphriesianum* ; les dépôts se poursuivent ensuite dans la zone à *S. niortense* par des couches à Brachiopodes silicifiés et des niveaux à silex.

Plus au S, les calcaires à Entroques sont *essentiellement aaléniens* ; en Beaujolais, ils comprennent sans doute encore un peu de Bajocien, car le niveau fossilifère à *Ludwigia concava* se situe vers le milieu de la formation (cf. de Riaz, Riche, Roman, 1913, pp. 107-109). Au Mont d'Or lyonnais, au contraire les 50 m de calcaire se terminent par le niveau à *L. concava* et appartiennent donc uniquement à l'Aalénien : sommet de la zone à *L. opalinum*, zone à *L. purchisonæ*, zone à *L. concava*.

En Charolais et Brionnais la série, d'épaisseur assez variable, débute dès le sommet de la zone à *L. opalinum* et se poursuit pendant l'Aalénien supérieur, le Bajocien inférieur et le Bajocien moyen ; à Iguerande, où elle n'a pas 10 m, elle ne comprend que les deux derniers niveaux ; le faciès à Polypiers est connu seulement au SE, à Saint-Laurent, et surtout à Saint-Denis-de-Cabannes.

Sur la bordure W du Morvan, la série calcaire, réduite à 10 m environ, correspond surtout au Bajocien inférieur ; les bancs de base, peu épais, ont donné en deux points, près d'Avallon, des formes de la zone à *L. concava* (Aalénien supérieur) et près de Nevers ainsi qu'à Saint-Benin-d'Azy, des

formes de l'horizon à *H. discites* (base du Bajocien) ; le dépôt des calcaires s'arrête avant le Bajocien moyen sauf à Vandenesse ¹.

Dans la région de Saint-Amand, la série, très peu fossilifère, semble comprendre l'Aalénien supérieur et tout le Bajocien. Dans l'Indre, à Argenton-sur-Creuse et à Bernier près de Lignac, elle commence dès l'Aalénien supérieur avec la zone à *L. murchisonæ*... Des horizons à nodules siliceux sont développés à l'Aalénien supérieur au Mont d'Or lyonnais, en Beaujolais et en Mâconnais ; au sommet du Bajocien moyen à Nolay et Bligny ; ils jouent un rôle important dans le Cher et dans l'Indre, où ils appartiennent probablement au Bajocien inférieur et peut-être à tout l'étage.

En résumé, les dépôts calcaires du début de l'AALÉNIEN SUPÉRIEUR, commençant généralement au sommet de la zone à *L. opalinum*, sont connus surtout dans le SE et dans l'W ; ils n'existent qu'en quelques points de l'Auxois et peut-être en Nivernais. La zone à *L. concava*, nette surtout dans le Lyonnais et le Mâconnais, se distingue plus difficilement sur les bordures E et N du Morvan (Nolay, Semur, Montbard, environs d'Avallon) ; je ne l'ai point encore trouvée fossilifère, à l'W, en Nivernais.

Lyonnais et Mâconnais mis à part, la grosse masse des calcaires s'est déposée au BAJOCIEN INFÉRIEUR. Sur toute la bordure orientale du Morvan, les dépôts se continuent au BAJOCIEN MOYEN ; en Nivernais au contraire les horizons à *S. humphriesi* et *T. blagdeni* manquent ou sont à l'état de couches sporadiques, d'où les différences d'épaisseur observées entre les bordures orientale et occidentale du Morvan. Cependant d'autres causes, érosion ou sédimentation réduite par suite de courants sous-marins, sont nécessaires pour expliquer la réduction si poussée en Nivernais et à Corvol en particulier.

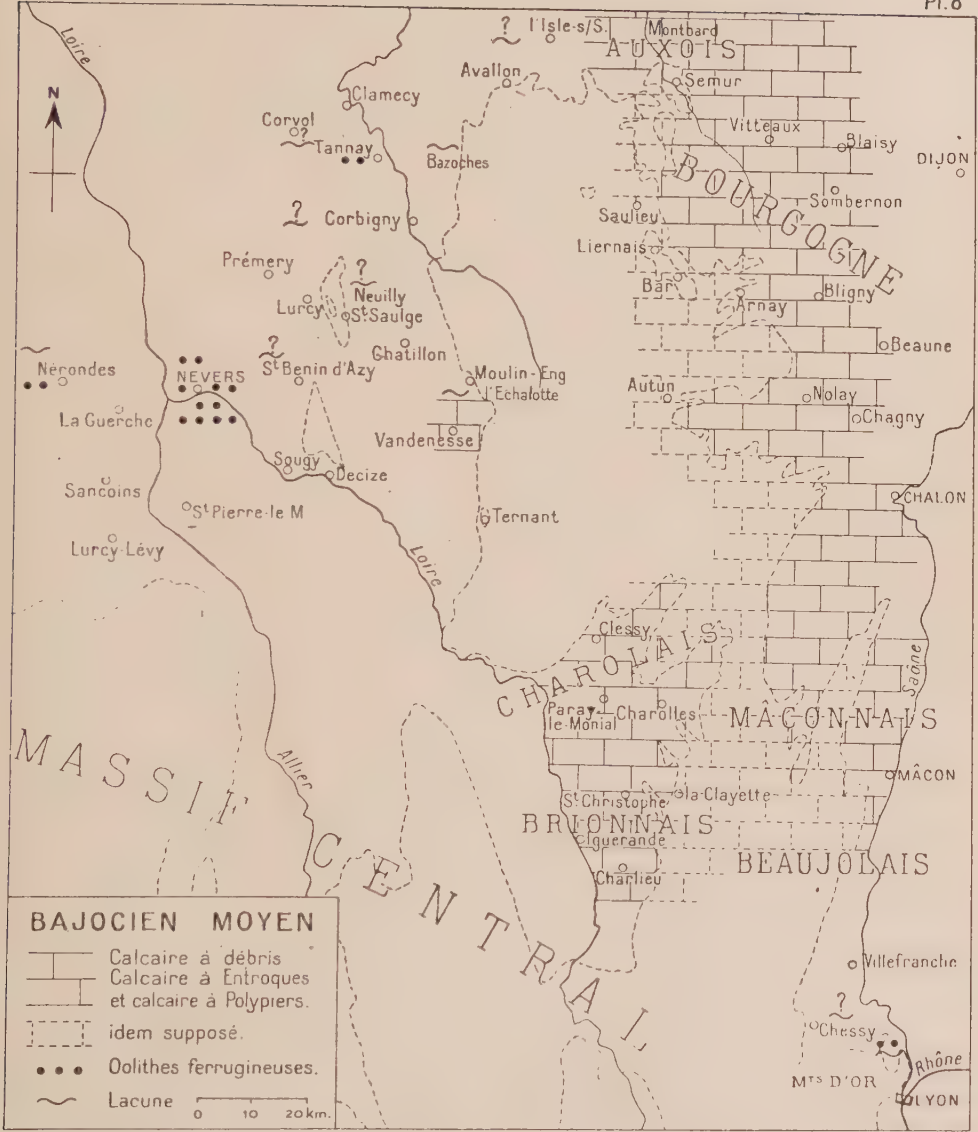
2. Les niveaux à oolithes ferrugineuses. — Les courants sous-marins et l'agitation des eaux sont peut-être aussi responsables des formations d'oolithes ferrugineuses qu'on rencontre à l'W du Morvan, au sommet du Bajocien inférieur et pendant le Bajocien moyen et supérieur. *Ce faciès à oolithes ferrugineuses se déplace progressivement dans le temps, de l'W vers l'E*, en se rapprochant du Massif ancien. Dans la région de Nevers les premières couches ferrugineuses sont de la fin du Bajocien inférieur, de l'horizon à *Sonninia alsatica*, et les dernières du début du Bajocien supérieur, de la zone à *S. niortense* ; aux environs du massif de Saint-Saulge, on n'en connaît qu'au Bajocien supérieur et à la base du Bathonien ; en certains points, très proches de la faille bordière du Morvan, Vandenesse, Bazoches, Tharaiseau, les oolithes ne commencent même que dans la zone à *P. parkinsoni* ; le tableau D montre cette disposition.

Ce qui frappe c'est la *variabilité très grande de ces dépôts* ; il y a peu de

¹ D'après de Grossouvre, 1918, p. 357 ; cf., 1883 a, p. 370.

*Répartition des niveaux à oolites ferrugineuses en Nivernais
et sur les bordures W et NW du Morvan.*

492



CARTE GÉOLOGIQUE. — Bulletin n° 236.

coupes identiques malgré leur grand nombre, et cependant une stratigraphie a été possible ; les horizons ont généralement chacun une faune homogène et se succèdent dans un ordre bien défini. Il semble que cette variabilité soit un caractère des dépôts d'oolithes ferrugineuses, les couches avaient sans doute une disposition lenticulaire ; ces lentilles, qui pouvaient s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres carrés ou davantage paraissent se superposer irrégulièrement en se chevauchant. Il n'est pas rare d'en avoir trois sur une même verticale, souvent deux seulement. On peut imaginer la surface supérieure du calcaire à Entroques formant au Bajocien supérieur un vaste plateau sous-marin, soumis à un régime de courants assez accusés pour empêcher les dépôts ; dans les régions plus calmes, une faible couche de calcaire à oolithes ferrugineuses se sédimente ; le dépôt à peine formé peut être en partie raboté par l'érosion sous-marine et perforé par les Mollusques lithophages. Dans la suite des temps, les zones de calme se déplacent ou bien une courte période de tranquillité s'établit et le dépôt prend une extension plus grande. Nous avons ainsi une succession de couches peu épaisses, se recouvrant dans un ordre rigoureux ; il peut manquer des termes dans la série des horizons, mais je n'ai jamais observé d'inversions et très rarement des fossiles remaniés ¹.

La faune, comme l'a souligné Péron (1909), comprend de très nombreux Lamellibranches, souvent à test épais aux confins de la Nièvre et de l'Yonne (Nuars, Saint-Aubin-des-Chaumes, Tannay), et en certains points du Charolais (Bragny) ; les Céphalopodes au contraire sont nombreux à Vandenesse, dans le SE de la Nièvre et dans l'Avallonnais. Ces faunes présentent une grande ressemblance avec celles d'Angleterre ou d'Allemagne ; les formes méditerranéennes, *Phylloceras*, *Lytoceras*, sont très rares. Je n'ai vu qu'un *Lytoceras tripartitum* RASP. venant de Vandenesse (collection Philippe Thomas).

Les oolithes ferrugineuses manquent totalement en Bourgogne au Bajocien moyen et supérieur : elles ne sont pas connues non plus dans le N du Mâconnais, mais on les trouve dans la région de Mâcon au Bajocien supérieur dans la zone à *P. parkinsoni*, en Charolais et en Brionnais dans la zone à *S. niortense* ; au Mont d'Or lyonnais quelques oolithes et des pisolithes ferrugineux se rencontrent dans les rares lambeaux de la couche à *T. blagdeni*, seuls représentants de tout le Bajocien moyen et inférieur.

3. Calcaire marneux et marnes du Bajocien supérieur. - En Bourgogne, le Bajocien supérieur est calcaréo-marneux ; au-dessus de la série des calcaires à Entroques, qui comprennent le Bajocien moyen au complet, viennent les marnes à *Ostrea acuminata* avec faune de la zone à *G. garanti* et du début de la zone à *P. parkinsoni*, puis une série épaisse de calcaires

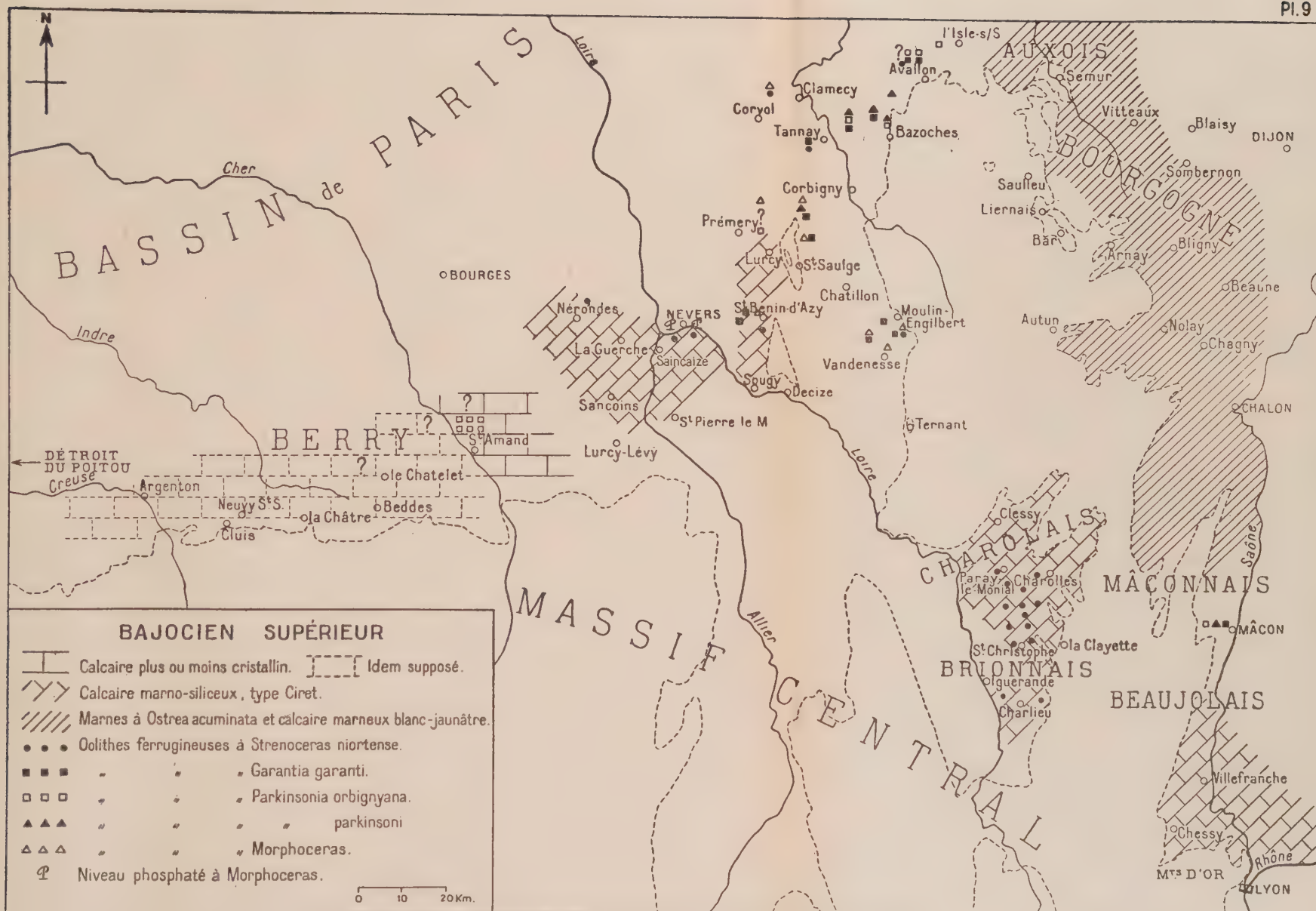
¹ La coupe de Neuffontaines p. 479 présente cependant quelques difficultés d'interprétation.

432 ÉTUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
marneux compacts plus ou moins siliceux, qui passent insensiblement au Bathonien : le niveau repère à *Zigzagiceras* est beaucoup moins net qu'en Nivernais ou en Avallonnais.

Dans le *Mont d'Or lyonnais*, le Bajocien supérieur débute localement par des lambeaux de marnes et des calcaires marneux à *S. niortense* et se poursuit par une très épaisse série de calcaire marneux et siliceux, le *Ciret*. En *Charolais et Brionnais*, on retrouve une formation analogue ; elle se situe dans la zone à *G. garanti* à Charolles et Clessy, et dans la zone à *P. parkinsoni* à Iguerande ; dans ces régions, le Bajocien se termine par des niveaux d'argile sableuse et de silex.

A l'*W du Morvan*, le Bajocien supérieur, au-dessus des niveaux à oolithes ferrugineuses ou entre eux, est constitué par une série de marnes et de calcaire marneux souvent siliceux ; ce faciès s'établit plus ou moins tôt selon les points. A Saincaize il débute dans la zone à *G. garanti*, et dans toute la région de Nevers on ne connaît pas d'oolithe bajocienne plus récente ; la base du Bathonien est seulement marquée par des surfaces et des galets perforés, et un niveau à fossiles phosphatés. Plus à l'E, les calcaires marneux et marnes débutent seulement dans la zone à *P. parkinsoni*, souvent dans l'horizon à *P. orbignyana* ; ils sont épais de 30 m dans la région de Saint-Benin-d'Azy, mais diminuent rapidement vers le N et vers l'E ; ils manquent à Vandenesse dans la carrière des Mousseaux, et ils n'ont plus que 1 m ou 2 m au N du département de la Nièvre et dans tout celui de l'Yonne.

Interprétation. — Ainsi le Bajocien inférieur est caractérisé par une sédimentation essentiellement organogène, établie progressivement, au début de l'Aalénien supérieur dans les régions W et SE (Lyonnais, Maconnais, Brionnais) et un peu plus tard, autour du Morvan, après une lacune plus ou moins importante intéressant l'Aalénien supérieur. L'apport détritique a diminué beaucoup et dans les eaux, devenues pures, les organismes constructeurs ont pu se développer activement. Le Mont d'Or avec sa lacune du Bajocien inférieur, et la bordure occidentale du Morvan avec ses dépôts peu épais, étaient sans doute le siège des courants. Au Bajocien moyen et au début du Bajocien supérieur la disposition reste la même ; puis un léger mouvement de bascule s'amorce sur la bordure occidentale du Morvan, la sédimentation marneuse reprend à Nevers et dans le SE du Nivernais, alors que les oolithes ferrugineuses et des marnes peu épaisses continuent à se déposer plus près du Morvan. Sur la bordure orientale les dépôts marno-calcaires, peut-être plus profonds, en tout cas très uniformes reprennent au Bajocien supérieur après le petit épisode, sans doute très peu profond, de la zone à *Ostrea acuminata*. Ainsi les oscillations du fond sous-marin modifient-elles davantage la nature des sédiments au voisinage du Massif ancien ; celui-ci reste généralement immergé ; cependant les nombreuses lacunes pendant l'Aalénien supérieur sont l'indice d'une érosion sous-marine intense, ou peut-être d'une émergence.



Comparaison avec les régions voisines.

Dans l'E de la France, on retrouve une série bajocienne épaisse, essentiellement calcaire, mais difficile à dater dans le détail en raison de la rareté des Ammonites dans les formations les plus puissantes. En Lorraine proprement dite, le Bajocien débute pourtant par des marnes micacées à *Hyperlioceras discites* Sow.; il se poursuit par les calcaires sableux de la forêt de Hayes, à *Sonninia sowerbyi* MILL., et à fossiles de l'horizon à *Witchellia læviuscula* Sow.; la masse des calcaires à Entroques et à Polypiers appartient au Bajocien moyen; les calcaires oolithiques sont très développés au Bajocien supérieur.

Dans le Plateau de Langres (Gardet, 1944, pp. 43-44), on a exactement la disposition bourguignonne. Le Massif de la Serre montre de même plus de 60 m de calcaire avec, dans les derniers mètres, des oolithes blanches (= Calcaire à Gervillies¹), surmontés par des marnes grumeleuses à *Ostrea acuminata*, qui ont donné *Parkinsonia* sp.

Dans le Jura méridional, la série calcaire débute, comme au Mont d'Or, par des niveaux feuilletés à *Cancellophycus* et *Ludwigia munchisonæ* Sow.; elle se poursuit par la grande masse des calcaires à Entroques et des calcaires à Polypiers (Bajocien inférieur et moyen¹, probablement); à la partie supérieure de l'étage, appartiennent des calcaires parfois assez marneux à petites Huîtres qui ont été d'abord rangés dans le Bathonien (Riche, 1893, 1923). Dans le Jura lédonien, le Bajocien est plus fossilifère. P. Roché (1939, pp. 125-128) a montré que les coupes décrites par Girardot (1890) donnaient des formes de presque tous les horizons; seul le Bajocien supérieur semble mal représenté; d'autre part, sous la masse des calcaires à Polypiers, des niveaux fossilifères des zones à *L. munchisonæ* et *L. concava* ont été signalés d'une façon assez constante (Bourgeat, 1911, pp. 497, 499), ils montrent généralement des galets, des surfaces perforées ou des oolithes ferrugineuses (La Roche pourrie près de Salins, où les deux niveaux sont ferrugineux; Vaux-sur-Poligny, Roulans...).

En Souabe, les faciès sont beaucoup moins calcaires; la série comprend des marnes souvent calcaireuses, épaisses (Aalénien supérieur : 15 m; Bajocien inférieur et moyen : 60 m au N, 20 m au S), coupées de bancs plus durs qui produisent les chutes des nombreuses cascades de la région; les plus constants sont le *Sowerbyi-Bank* et le *Blau-Kalk*, ce dernier de la zone à *O. sauzei*. On connaît des couches à oolithes ferrugineuses, fréquentes dans les zones à *L. munchisonæ* et à *L. concava*, dans le Bajocien moyen, et surtout à la base du Bajocien supérieur; comme chez nous, ces couches occupent des niveaux stratigraphiques variant très rapidement; j'ai eu l'occasion de le constater dans la région de Belsen, où elles appartiennent, tantôt à la zone à *S. niortense*, tantôt à la zone à *G. garanti*, tantôt à la zone à *P. parkinsoni*. Le Bajocien supérieur se présente généralement sous un faciès schisteux.

Dans les Ardennes, on note une réduction des dépôts vers l'W. L'Aalénien, connu à Longwy, manque à Montmédy et au delà. Aux environs de Mézières, les calcaires gréseux à *Otoites sauzei* D'ORB. sont la première formation datée; ils sont surmontés d'une couche assez siliceuse à *Toloceras blagdeni* Sow. qui se situe² à la base de la « Pierre de Dom-le-Ménil ». Le Bajocien supérieur, plus marneux, débute par

¹ M. Pelletier, 1950.

² Renseignements oraux de G. Delépine et G. Dubar.

des marno-calcaires à *Ostrea acuminata* Sow. A Hirson, la série est plus réduite (Bonte, 1941, p. 101).

A Ferrières-en-Bray, la zone à *L. munchisonæ* manque, mais ensuite la série paraît complète : 8 m d'Aalénien supérieur calcaire avec oolithes ferrugineuses, 70 m de Bajocien inférieur et moyen comprenant des calcaires compacts et des calcaires sableux avec lits de silex, 27 m de Bajocien supérieur marneux (Pruvost, 1928, p. 438; Bonte, 1941, p. 246).

En Normandie, l'Aalénien supérieur et le Bajocien sont entièrement calcaires et présentent une succession complexe et variable; les couches souvent peu épaisses, lenticulaires, glauconieuses et phosphatées, avec fossiles remaniés et oolithes ferrugineuses, sont séparées par des surfaces durcies; nulle part une série complète ne peut être observée; ces dépôts ont été bien souvent étudiés et décrits, en particulier par Brasil (cf. Abrard, 1950, pp. 263-266). On sait que d'Orbigny a pris à Bayeux le type du Bajocien. Au S de Caen et dans la région d'Alençon, les dépôts sont plus sableux et prennent des faciès très littoraux, à Brachiopodes, entourant des « récifs » de terrains primaires.

Sur la bordure W du Bassin de Paris, l'Aalénien supérieur et le Bajocien sont connus en de nombreux points, mais il est souvent difficile de distinguer les différents niveaux; en Poitou la succession est plus connue (P. A. Gillard, 1937, p. 110; 1940 b, p. 100); les calcaires marneux de la zone à *L. opalinum* passent insensiblement à ceux de la zone à *L. munchisonæ* (5 m), qui se termine par des couches (10 m) à silex parfois énormes. Au-dessus, vient un niveau assez constant, peu épais (0,70 m), à *Brasilia bradfordensis* S. B. (P. A. Gillard, 1940 a). Le Bajocien inférieur est calcaire (15 m); au Bajocien moyen (7 m à 10 m) la roche devenue légèrement dolomitique se charge de silex; le Bajocien supérieur est, lui aussi, calcaire; des fossiles de toutes les zones sont connus.

II. A l'E de Lyon, à Saint-Quentin, la série calcaire comprend, à la base, des calcaires gréseux de la zone à *L. concava* (R. Mousterde et J. Rosset, 1948); elle se continue par des calcaires au milieu desquels on a trouvé des Ammonites du Bajocien moyen; au-dessus viennent des calcaires marno-siliceux fossilifères du type Ciret, qui ont été traversés pendant une centaine de mètres par au moins un sondage de l'E de Lyon, et sans doute interprétés souvent comme Oligocène, ainsi que l'a montré M. Thorat (1945 a).

En bordure des Alpes, les séries calcaréo-marneuses sont très épaisses. Ainsi dans la région de Digne (Haug, 1891, pp. 57-81), l'Aalénien supérieur (110 m) est assez fossilifère (zones à *L. munchisonæ* et *L. concava*); le Bajocien inférieur est formé de calcaire plus compact (15 m), mais dans le Bajocien moyen (70 m), et surtout le Bajocien supérieur (40 m à 50 m dans la région de Chaudon), on retrouve des calcaires marneux et des marnes noires fossilifères; ces couches passent progressivement au Bathonien.

Sur la rive droite du Rhône, en Ardèche, la série toujours formée de couches réduites avec nombreuses lacunes stratigraphiques dans la région de Crussol, serait plus régulière, épaisse et vraisemblablement continue près de Privas d'après Roman (1950, p. 42); des niveaux ferrugineux intercalés ont donné des fossiles de tous les niveaux, comme le montrent les collections locales (Roman, 1935). L'étage manque près du col de l'Esclinet, à Grange Madame, où sur des grès sans fossile, triasiques ou liasiques, vient un banc compact de quelques décimètres à faune de la base du Bathonien. Mais au S, en descendant sur Aubenas, on a des calcaires assez épais

à rognons siliceux. Au S du Département, dans la région des Vans et au N du Gard, autour de Saint-Ambroix, les couches du Bajocien et de l'Aalénien supérieur montrent toujours des variations continues d'épaisseur et de constitution; plusieurs hard-grounds et des accumulations de fossiles à des niveaux différents sont visibles, par exemple dans le ravin de Fontlongue près de Courry.

Dans le reste du Gard et dans l'Hérault, l'Aalénien supérieur est constitué, en général, par des calcaires cristallins un peu gréseux, en bancs séparés par des lits feuilletés à *Cancellophycus*; au-dessus viennent des calcaires à Entroques ou dolomitiques. Au Pic-Saint-Loup (Roman et Gênevaux, 1912) les calcaires gréseux à *Cancellophycus* ont donné surtout des formes de l'Aalénien supérieur; plus haut, un niveau fossilifère à *Witchellia laeviuscula* Sow., *Sonninia* cf. *zurcheri* Douv. rappelle pétrographiquement les couches de même âge, signalées en Provence par Zurcher et Douvillé (1884); le niveau pourrait avoir une certaine constance dans ces régions. Certaines formes se rapprochent de celles des horizons à oolithes ferrugineuses des environs de Nevers (Tendron, Saincaize, Sermoise). Le Bajocien supérieur est à l'état de calcaire grumeleux jaunâtre à traînées ferrugineuses avec *Garantia garanti* d'ORB., *Parkinsonia rarecostata* S. BUCKM., *Phylloceras viator* d'ORB.

Dans les Causses, le régime calcaire débute au cours de la zone à *L. opalinum*¹; dans la zone à *L. munchisonae*, on a des calcaires feuilletés ou noduleux à *Cancellophycus* avec des niveaux de concrétions siliceuses; au-dessus, la grande masse des calcaires à Entroques et à Polypiers forme falaise; le Bajocien supérieur est représenté par des calcaires dolomitiques caverneux à aspect ruiniforme qui se continuent dans le Bathonien. Dans le détroit de Rodez, les dépôts, beaucoup moins épais, débute par des calcaires gréseux limoniteux, se poursuivent par des calcaires à nodules siliceux et se terminent par des calcaires compacts, en plaquettes, souvent oolithiques, renfermant des Nérinées qui marquent le passage au Bathonien (Boisse de Black, 1933).

Sur la bordure SW du Massif Central, l'Aalénien, formé de calcaires ou de calcaires marneux, montre une zone à *L. concava* assez fossilifère, particulièrement au N, en Charente, et en Vendée. En Dordogne, ce niveau est déjà envahi partiellement par la dolomie; dans le Lot on a des calcaires roux caverneux, parfois gréseux, d'aspect ruiniforme, ou des calcaires à Entroques. A partir du Bajocien, il y a une opposition entre une région S où règnent d'abord des calcaires oolithiques, plus ou moins dolomitisés, avec des niveaux à fossiles brisés et accumulés, puis des calcaires gris compacts sublithographiques, toujours peu fossilifères, et une région N, comprenant la Charente et la Vendée, où la série plus fossilifère peut être détaillée (Glangeand, 1895). Les niveaux fossilifères de l'Aalénien, les calcaires à silex du Bajocien montrent une parenté évidente avec ceux que nous avons vus dans le Poitou et dans l'Indre.

§ 9. — REMARQUES SUR LA CHRONOLOGIE HÉMÉRALE

La série de **zones** établies par Oppel en 1856 marquait déjà un progrès notable sur la division en étages, donnée par d'Orbigny (1842) quelques années plus tôt. Bien définie par le Congrès international de Géologie de 1883, comme « ... un groupe de couches... caractérisées par un ou plusieurs »²

¹ Légende de la feuille de Saint-Affrique.

² Buckman cité par Roché, 1939, p. 20.

fossiles particuliers qui servent d'indice », la zone est un terme stratigraphique basé sur des critères paléontologiques ; elle est indépendante évidemment des variations de faciès. Plus tard, on a proposé de subdiviser ces zones d'Oppel en **sous-zones**, terme stratigraphique lui-aussi, mais désignant des couches moins épaisses.

Dans une ligne toute différente et longtemps mal comprise, S. S. Buckman introduisit en 1893, pour l'étude des dépôts peu épais mais très fossilifères du district de Sherborne, la notion d'**héméra** ; il s'agit, cette fois-ci, d'une division purement chronologique, définie très simplement comme « le temps pendant lequel une espèce particulière, généralement une Ammonite, domine »¹ ; l'espèce indice est choisie parmi les formes à évolution rapide, à court « biochron » et on ne s'intéresse qu'au moment où elle domine, c'est-à-dire à l'**acmé** de l'espèce ; ainsi « des héméras successives devraient marquer les plus petites divisions consécutives que la succession des différentes espèces permet de faire dans les strates nées d'une sédimentation continue »² ; le sédiment déposé pendant ce temps, assez court, a reçu, depuis, le nom d'**épibole**. Une ou plusieurs épiboles peuvent manquer localement ; les héméras correspondantes, divisions du temps, existent toujours. Tel est le principe de la chronologie hémérale³. S. S. Buckman a donné en 1922 une première table des héméras du Jurassique ; une liste plus complète figure à la fin du tome VII de ses Types Ammonites ; elle est reproduite dans les tableaux F et G.

Par souci d'homogénéité, on a appelé plus récemment « **sécule** » le temps pendant lequel s'est déposé une zone ; chaque siècle comprend donc un certain nombre d'héméras. Mais Buckman avait préféré grouper ces dernières d'après les caractères de leur faune et non pas selon des ensembles stratigraphiques ; il fut amené ainsi à créer des divisions paléontologiques plus générales : les **âges**, définis, symétriquement aux héméras, comme le temps pendant lequel domine une famille : PSILOCERATAN, SCHLOTHEIMIAN, CORONICERATAN etc... Il avait ainsi créé une échelle chronologique complète, à base paléontologique, marquée par les apogées successives des familles et des espèces indices.

Je ne veux pas entrer ici dans la discussion théorique de la méthode hémérale, ni me prononcer sur la possibilité de choisir une Ammonite à acmé assez courte et à grande diffusion géographique ; j'envisagerai seulement les résultats pratiques obtenus. Il est indéniable tout d'abord que, forçant à une analyse plus précise, la chronologie hémérale a fait faire de grands progrès

¹ Buckman cité par Roché, 1939, p. 22.

² Buckman cité par Roché, 1939, p. 24.

³ On trouvera un exposé détaillé avec une bibliographie assez complète dans Arkell (1933, pp. 17-37) ou en français dans Roché (1939, pp. 19-33). On peut consulter aussi des conférences faites à la Société des Sciences de Nancy par P.-L. Maubeuge : Histoire des progrès de la stratigraphie des terrains jurassiques, 20 pages de texte, 30 pages de tableaux polycopiés, 1946.

à la Stratigraphie ; le paléontologiste lui-même peut en tirer profit pour établir des séries évolutives dont la succession soit sûre.

Mais il ne faut pas non plus, surtout lorsqu'on veut les critiquer, exagérer la *valeur des listes hémérales* ; quand on voit la manière dont elles ont été établies, par exemple, pour le Lias inférieur d'Angleterre, il est clair qu'elles ne peuvent avoir une portée générale : ce sont des listes synthétiques, résultant d'observations faites en plusieurs régions, Dorset, Radstock, etc... (cf. Arkell, 1933, p. 28) ; c'est, au fond, une compilation de séries locales ; en conséquence, les listes sont toujours perfectibles et nulle part on ne trouve la série complète idéale de Buckman. Pour cette raison et à cause de la faible puissance de notre Lias inférieur comparé au Lias anglais, de la rareté relative des fossiles et des mauvaises conditions d'affleurement, on comprend que le nombre d'horizons distingués ici, 50 à 70, soit faible en face des 200 héméras de Buckman ; par contre ils correspondent assez bien aux 66 sous-zones de Spath.

Peu importe d'ailleurs le nombre exact de subdivisions, il est plus intéressant de comparer la *succession des horizons-repères* telle que la montrent les tableaux F et G où figurent : les zones d'Oppel et de Haug, les zones et sous-zones proposées par Müller (1941) et Spath (1936 : Bajocien; 1942 : Lias), des successions locales limitées, établies avec soin ¹ par Bentz, Roché, Hoffmann, P. A. Gillard, Monestier, P. L. Maubeuge, Bovier et Brousse, les héméras de Buckman ², et enfin la série d'horizons que j'ai pu distinguer avec les divisions adoptées dans ce travail. Des traits de rappel, réunissant les mêmes formes, marquent les interversions principales. Il faut noter que tous ces documents ne sont pas indépendants : Müller et Spath dépendent l'un de l'autre et tous deux de Buckman, de Hoffman, etc... ~

L'examen de ces tableaux montre une assez grande concordance entre les différentes successions ; *les interversions* que l'on constate entre les listes de Buckman ou de Spath et celle de la bordure du Massif Central sont peu nombreuses ; nous aurons vite fait de les parcourir. *Megarietites meridionalis* REYNÈS apparaît plus tôt à Semur et à Nolay, qu'en Angleterre, mais il n'est représenté que par 3 échantillons. *Arnioceras semicostatum* Y. et B., par contre, plus tardif chez nous, figure en de nombreux exemplaires, depuis des formes identiques au type de Young et Bird jusqu'à des variétés assez éloignées. J'ai déjà insisté sur la position de *Deroceras armatum* Sow., moins

¹ Bentz, 1924, 1928 pour le Bajocien supérieur de la région de Bielefeld.

Roché, 1939 pour l'Aalénien et le Bajocien du Maconnais.

Hoffmann, 1913 pour le Lias supérieur.

P. A. Gillard, 1939, pour le Lias supérieur du Poitou.

Monestier, 1920, 1921 a, pour le Lias moyen et supérieur des Causses.

P.-L. Maubeuge, 1943, 1947 b, 1948, 1949 b, pour le Lias supérieur de Lorraine.

Bovier, 1931, pour le Lias inférieur de Champfromier (Jura méridional) ; succession délicate à interpréter car l'auteur insiste plus sur l'apparition des espèces que sur leur acmé.

Brousse, 1950, pour le Pliensbachien de Valz-les-Alès.

² Celles mentionnées dès 1898 dans le supplément de l'Inferior Oolithe, sont en caractères gras.

précoce chez nous qu'en Angleterre (p. 401). Pour le Pliensbachien, les listes anglaises, celle de Brousse, relative à Valz près d'Alès, et la mienne sont très voisines, tout au plus peut-on noter dans le Morvan la présence de nombreux *Beauiceras centaurus* D'ORB. à un niveau un peu inférieur ; la série relevée par Bovier montre au contraire de nombreuses interversions et apparaît ainsi encore plus spéciale. Dans le Domérien inférieur du Mont d'Or lyonnais, un *Cirloceras* et un *Prodactylioceras* occupent à peu près le même niveau que les nombreux *Cirloceras* signalés par Monestier dans l'Aveyron. Si j'ai pu distinguer, à la base du Toarcien, la zone à *D. tenuicostatum*, les parties inférieures et moyennes de l'étage ont donné au contraire une succession peu précise. Par contre il a été possible de reconnaître dans la zone à *P. aalensis*, 3 niveaux qui rappellent d'assez près les 4 héméras correspondantes de Buckman. Je signale en outre, d'après des récoltes faites à la Roche Pourrie près de Salins, que *Ludwigia tolutaria* DUM. se situe dans le Jura, et probablement aussi dans le Lyonnais, au-dessus de *Ludwigia munchisonæ* Sow. Les formes figurées par Buckman et Hoffmann, différent il est vrai, du type de Dumortier ou des figures de Roman (1913, pl. 3, fig. 4-5) par un rebroussement à peine anguleux des côtes au milieu des flancs. Dans le Bajocien, *Sonninia* (*Euhoploceras*) *dominans* S. BUCKM., *S. (Euhoploceras) acanthodes* S. BUCKM. et de nombreuses autres *Sonninia* de grande taille, placées par Buckman dans la zone à *L. concava*, paraissent se localiser dans le Nivernais et, probablement en Mâconnais, dans le Bajocien inférieur au-dessus de l'horizon à *H. discites*, à peu près dans la sous-zone à *S. trigonalis* de SEYTH ou dans l'héméra *Shirburnia* de S. BUCKM. Je n'ai malheureusement recueilli que deux *Hypertioceras*, dont un dans les déblais ; si le fait est exact, la grande lacune, mise en évidence par Roché dans le Mâconnais entre les héméras *crassispinata* et *sauzei*, serait en partie comblée.

En Nivernais, j'ai retrouvé à Saincaize une faune bien homogène correspondant aux deux héméras *sauzei* et *Labyrinthoceras* ; à Tendron le même niveau assez net est surmonté d'une couche de 0,15 m renfermant de nombreuses formes de l'héméra *Epalrites* : les associations de faune connues en Angleterre se retrouvent donc chez nous.

Pour le Bajocien supérieur le niveau à *Parkinsonia subarietis* WETZ., *P. orbignyana* WETZ., non signalé en Angleterre, est net sur la bordure du Morvan comme en Allemagne ; les petites *Garantia*, *Pseudogarantia dichotoma* BENTZ, *P. minima* WETZ., sont généralement associées à *Garantia garanti* D'ORB. comme à Bielefeld ; *P. minima* WETZ. se rencontre parfois encore plus haut avec *Parkinsonia orbignyana* WETZ. Le niveau de la base du Bathonien comprend de nombreuses formes de l'héméra *zigzag*, associées à celles de l'héméra *pollubrum*, ou surmontées par elles.

Ces comparaisons confirment l'intérêt de la stratigraphie fine ; quelle que soit sa valeur théorique, la méthode hémérale est un bon instrument de travail ; mais il faut la manier avec prudence en s'appuyant sur des détermi-

nations précises faites ou revues par la même personne, et sur des échantillons bien conservés et aussi nombreux que possible. Dans les séries peu fossilifères, les résultats ne sont que provisoires, la découverte d'une faune plus riche pourra modifier la première interprétation¹; dans ce travail j'ai dû ainsi plusieurs fois me contenter d'échantillons incomplets ou peu nombreux. En outre, il ne faut pas prétendre retrouver partout les héméras de Buckman, celles-ci ont une valeur trop locale ou régionale et sont en partie idéales. Moins nombreuses et surtout appuyées sur les travaux d'autres géologues, les sous-zones de Spath me semblent avoir une valeur plus générale.

§ 10. — REMARQUES SUR LA RÉPARTITION DES OOLITHES FERRUGINEUSES

Les dépôts à oolithes ferrugineuses et à pseudoolithes recristallisés ¹ — ces dernières présentant de grandes parentés avec les premières — ont été rencontrés fréquemment. Tantôt ils paraissent liés à des transgressions, tantôt ils s'accumulent, au sein de séries à épaisseur réduite.

Au type de transgression appartiennent :

— les oolithes de la base du Lotharingien de Neuvy-Saint-Sépulcre et de la Châtre ;

— la série d'oolithes ferrugineuses, s'étendant du Lotharingien au Domérien supérieur, qui suit, avec une zone de retard environ, la transgression liasique à l'W de la Creuse ;

— l'oolithe ferrugineuse de la base du Sinémurien supérieur de Saint-Laurent-en-Brionnais.

Au type de sédimentation réduite appartiennent :

— les oolithes de l'Hettangien moyen et supérieur et de la base du Sinémurien de la bordure orientale du Morvan ;

— les oolithes et pseudoolithes recristallisées du sommet du Lotharingien et du Pliensbachien inférieur de cette même bordure ;

— probablement les pseudoolithes recristallisées connues un peu partout au Domérien supérieur ;

— les oolithes ferrugineuses du Toarcien et de l'Aalénien de l'E lyonnais et du Mont d'Or ;

— les oolithes et pseudoolithes recristallisées du Bajocien inférieur terminal, du Bajocien moyen et supérieur, et de la base du Bathonien, du Nivernais et de la bordure occidentale du Morvan.

Ce type est caractérisé par la succession, sur une surface assez étendue, de dépôts d'oolithes probablement lenticulaires, d'âge variable, s'étendant sur plusieurs horizons stratigraphiques voisins ; il correspond probablement à un régime de courants.

¹ Cf., p. 25.

CONCLUSIONS

L'étude détaillée de régions, dont la stratigraphie était déjà bien connue dans ses grandes lignes, a permis cependant de dégager un certain nombre de faits nouveaux.

Divisions stratigraphiques.

Dans l'ensemble des régions étudiées ici, les travaux antérieurs avaient reconnu les principales zones de Haug ; parfois ils n'avaient pas atteint ce degré de précision ; plus rarement, en Auxois avec Collenot, en Mâconnais avec Roché, ils l'avaient dépassé. Ainsi qu'on l'a vu, il a été possible de pousser plus loin l'analyse stratigraphique ; pour le Lias et le Bajocien, une *cinquantaine d'horizons fossilifères ont été reconnus avec précision*, comme le montrent les tableaux F et G ; une vingtaine d'autres horizons sont seulement probables, leur position stratigraphique étant moins assurée, ou la détermination des fossiles laissant quelques doutes ; ces horizons probables ont été marqués d'un * dans les tableaux. C'est surtout dans le Lias inférieur et à la base du Lias moyen (Pliensbachien) que les divisions ont pu être multipliées. Certains de ces horizons, bien définis par leur faune, se trouvent en outre soulignés, sur plus de 100 km, par la constance de leurs caractères pétrographiques, ce qui facilite les recherches : ainsi les 8 horizons du Sinémurien de la bordure occidentale du Morvan ou les 6 horizons du Lotharingien de la bordure SE.

J'ai été fréquemment arrêté dans ce travail d'analyse, par la *faible épaisseur des séries sédimentaires*, et surtout par le manque de coupes continues, en raison du pays très couvert ; le Lias moyen et supérieur, en particulier, donne rarement des affleurements suffisants pour un travail précis, et l'existence de petites failles masquées rend souvent illusoire tout essai de raccord. De plus, l'état de conservation des fossiles dans certaines séries calcaréomarneuses, par exemple dans le Pliensbachien des bordures N et W du Morvan, n'a pas permis des déterminations spécifiques sûres.

Il faut cependant ajouter que la division pourra probablement être poussée plus loin, chaque fois que l'on aura la chance de disposer de successions continues, particulièrement dans le Lias moyen et supérieur, grâce à des puits profonds, à des sondages ou à de grands terrassements ; ainsi les puits et les tranchées de la région de Nevers ont permis de subdiviser la zone à *P. aalensis*.

La comparaison de ces résultats avec les divisions fines établies dans les pays étrangers montre que la précision atteinte ici est moindre que celle des héméras de Buckman, tant en raison des difficultés indiquées ci-dessus qu'à cause de la composition synthétique et idéale de la liste anglaise d'héméras. Nos divisions se rapprochent au contraire beaucoup des sous-zones de Spath ; en tout cas l'ordre de succession des faunes reste le même à quelques exceptions près, ce qui montre la possibilité de la stratigraphie fine.

Stratigraphie locale.

Les résultats suivants ont été acquis.

Les calcaires dolomitiques et les grès de la bordure N du Massif Central, attribués jusqu'ici au Rhétien, sont à ranger plutôt, au moins en partie, dans l'Hettangien et même localement dans le Sinémurien. Les « jaspes » fossilifères des environs de La Châtre ne renferment que des espèces banales ou hettangiennes.

La succession détaillée des horizons du Sinémurien typique de Sémur a été donnée pour la première fois ; on constate qu'elle comprend essentiellement le Sinémurien au sens restreint du mot ; le Lotharingien cependant est représenté par, au maximum, un mètre de calcaire, et par une couche de nodules phosphatés d'où proviennent sans doute la plupart des Ammonites citées par d'Orbigny dans son Prodrôme.

La stratigraphie précise du *Lias inférieur de l'Indre* a montré des lacunes hettangienne ou sinémurienne et une transgression lotharingienne dans la région de Neuvy-Saint-Sépulcre ; les étapes de la transgression du Lias inférieur et moyen à l'W de la Creuse ont été mieux marquées, ainsi que celles du Sinémurien supérieur et du Lotharingien dans le Brionnais.

Au *Pliensbachien* une variation de faciès et d'épaisseur opposé les formations calcaires, réduites, de l'E du Morvan aux marno-calcaires plus épais du Morvan lui-même et de toute la région W.

Une petite faune a été recueillie à la base des marnes du Domérien inférieur dans le Lyonnais, le Charolais et le Brionnais.

La zone à *Dactylioceras tenuicostatum* a été reconnue en plusieurs points de Bourgogne.

Le minéral de fer de Lurcy-le-Bourg a été daté exactement de la base du Toarcien supérieur, ce qui a montré une lacune d'une partie du Toarcien supérieur et de l'Aalénien dans la région.

L'âge du calcaire à *Entroques* autour du Morvan a été précisé. Sur les bordures W, N et E, ces calcaires sont essentiellement bajociens, les couches aaléniennes à *L. purchisonæ* et *L. concava* reconnues en plusieurs points sont peu épaisses et probablement sporadiques ; au Bajocien moyen, les calcaires se poursuivent seulement à l'E du Morvan ; ils atteignent ainsi au total en Bourgogne une épaisseur notablement plus grande qu'en Nivernais. Au S et au SE, au contraire, dans le Lyonnais, le Mâconnais, le Cha-

rolais ainsi que sur la bordure N du Massif Central, la série calcaire débute plus tôt dans l'Aalénien, souvent au sommet de la zone à *L. opalinum*.

La stratigraphie des niveaux à oolites ferrugineuses du Bajocien moyen et supérieur du Nivernais et de l'Avallonnais a été débrouillée dans le détail, ce qui a permis d'établir une succession d'horizons dont l'ordre est constant malgré des lacunes fréquentes : les échantillons remaniés sont rares dans ces couches.

Paléontologie.

Un certain nombre de formes nouvelles ou curieuses ont été recueillies, particulièrement dans le Lias inférieur et le Bajocien ; elles ont été signalées brièvement dans les listes paléontologiques ; des raisons matérielles ont empêché de les décrire ici ; elles le seront ultérieurement.

Le niveau exact de certaines formes a été reconnu ; *Deroceras armatum*, Sow., entre les *Echioceras* ou *Euechioceras* et *Uptonia jamesoni* Sow. ou *Phricodoceras taylori* Sow. marque, pour moi, le sommet du Lotharingien. *Deroceras venarense* OPP. accompagne les *Acanthopleuroceras* et *Beaniceras centaurus* D'ORB. dans la région même où le type a été récolté. Les *Metarnioceras* accompagnent *Eyagassiceras sauzeanum* D'ORB.

Tectonique.

Ces bordures sédimentaires du Morvan et du Massif Central présentent une tectonique généralement assez simple ; l'observation des failles, nombreuses dans certains secteurs, pourrait faire l'objet de travaux particuliers ; ce n'était pas le but de cette étude. Il faut cependant noter, que, contrairement aux affirmations de J. Dautry (1950), il n'y a eu aucun mouvement tectonique important contemporain de la sédimentation du Lias et du Bajocien ; je n'ai trouvé aucune discordance nette entre des couches datées, tant à Farges qu'à Germigny.

*
* *

Pour terminer, je résumerai brièvement l'*histoire de ces bordures N et NE du Massif Central* pendant le Lias et le Bajocien. Ce sont des régions à dépôts essentiellement néritiques, sans aucune formation profonde ; peu de formations lagunaires ou littorales ont été rencontrées. J'essaierai seulement ici de suivre les changements de régime dans la sédimentation détritique ou organogène, de marquer les zones de calme et celles plus agitées à dépôts réduits. La dimension des éléments détritiques diminue rapidement au cours du Lias. Les roches gréseuses cessent avant la fin du Lias inférieur et ne reprendront localement qu'à l'Aalénien, ce qui laisse supposer des reliefs déjà usés sur les aires continentales voisines, qui donnent surtout un matériel détritique fin, de type argileux. On remarquera

que le *Morvan* joue un rôle restreint ; il a été à peu près constamment submergé dès la fin de l'Hettangien et n'intervient plus alors que comme un haut-fond, les principales variations de faciès se situent à son voisinage.

La mer *rhétienne*, venant de l'E ou du N, n'empiète que légèrement sur la bordure orientale du *Morvan*, qui semble constituer pour elle une barrière difficile à franchir ; les dépôts de la marge N du Massif Central, lorsqu'ils existent, sont uniquement continentaux ou lagunaires, comme ceux des marges W et SW.

La transgression *hettangienne* a recouvert au moins partiellement le *Morvan*, réduit sans doute à un chapelet d'îles ; les dépôts sont très variables, souvent peu profonds et très coquilliers, parfois lagunaires ou littoraux ; sur la bordure orientale, des formations d'oolithes ferrugineuses règnent dans la partie supérieure de l'étage. A l'W, la mer gagne le Cher et la partie orientale du département de l'Indre, où des niveaux marins sont intercalés dans des séries de calcaires dolomitiques probablement lagunaires.

Avec le *Sinemurien*, la sédimentation devient plus uniforme ; réduite, mais calcaire et organogène sur le *Morvan* et ses bordures, elle est plus marneuse et plus développée à l'W, dans le Nivernais méridional et le Cher. La mer n'atteint probablement l'Indre qu'au *Sinemurien* supérieur, et, au voisinage de la Creuse, des influences lagunaires persistent, attestées par la présence de calcaires dolomitiques et ferrugineux. Au *Lotharingien*, une sédimentation calcaréo-marneuse calme et régulière règne dans le Nivernais méridional, le Cher et la partie orientale du département de l'Indre ; la transgression se poursuit à l'W de la Creuse ; les dépôts sont plus calcaires au voisinage du *Morvan* et au SE de ce dernier, avec une transgression dans le Brionnais ; la barrière du Haut-Beaujolais qui avait subsisté probablement pendant une partie du *Sinemurien*, s'est abaissée, permettant des communications faciles avec le Lyonnais.

Au *Lotharingien* supérieur et au *Pliensbachien*, les bordures E et SE du *Morvan* sont le siège de courants ; les sédiments se réduisent ou s'annulent et des oolithes ferrugineuses se déposent, alors que le *Morvan* lui-même, la Nièvre et le Cher voient se poursuivre une sédimentation marno-calcaire bien rythmée, correspondant à une zone calme, où les boues argileuses s'accumulent, dans des conditions sans doute analogues à celles qui règnent actuellement dans la « grande Vasière » ; dans l'Indre des conditions moins stables se manifestent par des formations réduites et des nodules phosphatés, pendant qu'à l'W du département la transgression se poursuit.

Au *Domérien* inférieur, les sédiments deviennent très uniformes ; le calme, plus général, permet partout le dépôt des particules argileuses, on note cependant des épaisseurs plus faibles, au SE près de Saint-Quentin (Isère), et à l'W du département de l'Indre, alors que la transgression atteint la Vienne. Au *Domérien* supérieur la profondeur diminue sans doute et les faciès néritiques organogènes se manifestent partout, à l'exception du Niver-

144 ETUDES DES LIAS ET BAJOCIEN DES BORDURES N ET NE DU MASSIF CENTRAL
nais méridional et de l'E du département du Cher, régions où la sédimentation est à dominante marneuse pendant tout le Lias.

La zone de base du *Toarcien* à *D. tenuicostatum*, n'est connue qu'en quelques points, ailleurs il y a eu probablement arrêt dans les dépôts. A partir de la zone suivante, des conditions de nouveau très uniformes, quoique peu profondes, s'étendent sur tout le Bassin de Paris, la Souabe, le Jura et se retrouvent en Aveyron ; l'accumulation, assez rapide, de fines particules calcaires et argileuses est spécialement favorable à la conservation des fossiles et des graisses animales ; de beaux squelettes de Poissons et de Reptiles (cf. Abrard, 1950, p. 123) ainsi que des schistes bitumineux ont été signalés un peu partout. La sédimentation marno-calcaire se poursuit jusqu'à la fin de l'étage, et pendant une partie de l'Aalénien. La région du Massif de Saint-Saulge, ainsi que peut-être toute la bordure occidentale du Morvan, montre, au début du Toarcien supérieur et dans les zones suivantes, une tendance à l'émersion. Celle-ci se réalise, peut-être, pour une partie du massif ancien, pendant l'Aalénien supérieur ; en tout cas à son voisinage les « marnes micacées » du Lias supérieur se terminent par des niveaux où les petits grains de quartz détritique et les paillettes de mica abondent et constituent plus de la moitié de la roche. Dans le Mâconnais et le Lyonnais, un régime de courants réduit les épaisseurs et accumule les oolithes ferrugineuses à plusieurs niveaux ; celles-ci se retrouvent en Charolais, en Brionnais et en quelques points du Nivernais.

Avec l'*Aalénien supérieur*, la sédimentation calcaire organogène reprend, d'abord dans le Lyonnais, le Mâconnais, le Charolais, le Brionnais et localement en Nivernais, dès le sommet de la zone à *L. opalinum* ; elle s'étend ensuite au Morvan avec des dépôts plus réduits ; dans l'Indre et le Cher, les calcaires débutent aussi à l'Aalénien supérieur. Au *Bajocien inférieur*, les dépôts organogènes se poursuivent partout, sauf dans le Lyonnais où par suite de lacunes ou d'érosion toutes les zones inférieures de l'étage manquent. Au *Bajocien moyen* les mêmes phénomènes de lacunes ou d'érosion affectent les bordures W et NW du Morvan, alors que, sur les marges E et SE, la sédimentation calcaire continue. Au *Bajocien supérieur*, une opposition analogue se manifeste, la bordure orientale voit se former des marno-calcaires peu profonds, avec des couches à *Ostrea acuminata* Sow., puis des marnes calcaires à Lamellibranches, tandis qu'au NW et à l'W les courants accumulent localement des oolithes ferrugineuses ; dans le Nivernais méridional, le Charolais, le Brionnais, le Lyonnais et le Mâconnais d'épais calcaires marno-siliceux se déposent.

Par les caractères de leur sédimentation autant que par ceux de leur faune, les bordures N et NE du Massif Central montrent de *grandes parentés avec le Bassin de Paris*, le Jura et la Souabe, comme les comparaisons esquissées plus haut l'ont indiqué : Hettangien, peu épais et riche en Lamellibranches autour du Morvan comme en Lorraine et dans le Jura, plus déve-

loppé dans le Nivernais et le Cher comme dans le pays de Bray ; Sinémurien et Lotharingien, calcaréo-marneux sur la bordure N du Massif Central comme en Lorraine et dans les Ardennes, plus calcaire autour du Morvan comme dans le Jura ; Pliensbachien tantôt réduit ou incomplet, tantôt marneux et épais avec un niveau à *P. davæi* très constant ; Domérien, formé par une épaisse série marneuse terminée par des calcaires cristallins ou ferrugineux ; Toarcien, débutant généralement par des calcaires bitumineux ; série de niveaux à oolites ferrugineuses dans la partie supérieure de l'étage et dans l'Aalénien inférieur ; Aalénien supérieur et Bajocien, calcaires, avec nombreuses lacunes et quelques niveaux très fossilifères, parfois à oolites ferrugineuses comme en Lorraine ou en Normandie ; développement de concrétions siliceuses dans le Berry comme en Poitou.

Le fond de la faune est le même dans ces divers domaines ; notons cependant que *Zeilleria quadrijida* LMK., forme de l'W de la France, ne dépasse pas le département de l'Indre. *Gryphæa* aff. *sublobata* DESH., appelée souvent *G. beaumonti* Ruv. par les auteurs, n'est connue chez nous que sur la bordure N du Massif Central ; elle est encore plus abondante au SW de ce massif et dans la région pyrénéenne ; les Gryphées lorraines du même âge appartiennent à des types un peu différents.

Notre région présente, au contraire, des *rapports moins étroits avec la province méditerranéenne* ; l'Ardèche et une partie des Cévennes ont constitué pendant le Lias et le Bajocien une région de seuils bien marquée ; à partir du Sinémurien, spécialement, les dépôts y sont très variables, souvent grossiers, et présentent des caractères littoraux nets ; les lacunes sont fréquentes. C'est seulement au delà de Saint-Ambroix ou d'Alès, dans le S du Gard, l'Hérault, l'Aveyron... que se développe le faciès des Causses, marqué par le développement des calcaires dolomitiques dans le Lias inférieur, l'absence ou la rareté des Gryphées dans le Sinémurien et le Lotharingien, les séries marneuses, épaisses, continues, à Ammonites pyriteuses du Lias moyen et supérieur, et un beau développement de calcaires dans l'oolithe inférieure. La faune montre une abondance de *Phylloceras*, *Rhacophyllites*, *Lytoceras*, *Polyplectus* et dès le Domérien, de nombreux *Cœloceras*, « *Harpoceras* », *Grammoceras*, *Fuciniceras*, *Arieticerias*, formes absentes ou rares plus au N à ce niveau.

Cependant des influences méditerranéennes se sont fait sentir dans la partie S de la région étudiée ici ; les calcaires marneux noduleux de l'Hettangien de l'Ardèche rappellent ceux du Nivernais ; en Charolais, Brionnais, Lyonnais existe à la base du Domérien, une petite faune pyriteuse à *Lytoceras*, *Arieticerias*, *Grammoceras* rappelant celle des Causses ; sur la bordure NW du Morvan, j'ai ramassé au même niveau deux *Harpoceras*, voisins de formes italiennes, tandis qu'au Mont d'Or lyonnais, un *Cœloceras* et un *Prodactylioceras* présentent aussi des affinités italiennes. Au Lias supérieur, dans le Charolais, le Brionnais, le Lyonnais et le Mâconnais

on note la présence de *Catullocceras dumortieri* TIMOL. et surtout d'*Erycites fallax* BENECKE, d'affinités méridionales ; les *Phylloceras*, en particulier ceux du groupe de *P. nilssoni*, se rencontrent dans la région lyonnaise ; un *Haplopleuroceras* a été recueilli à la base du Bajocien de Nevers.

Ainsi, les bordures N et NE du Massif Central forment une région de dépôts essentiellement néritiques, généralement plus calcaires et plus réduits sur le Morvan ou ses bordures, souvent plus marneux et plus épais en Nivernais méridional et dans le Cher, c'est-à-dire à peu près au N du futur fossé d'effondrement de la Limagne. Adossées, au SW, contre le Massif Central émergé, à la lisière duquel on suit des transgressions, elles sont largement ouvertes, au N et à l'E, sur le Bassin de Paris et le Jura, car le Morvan, simple haut-fond dès le Sinémurien, ne joue nullement le rôle d'un écran. Au SE, elles sont proches de la zone alpine à sédimentation marneuse uniforme et épaisse, mais, au S, l'Ardèche et la bordure des Cévennes aux dépôts grossiers et littoraux paraissent les isoler des régions méditerranéennes ; certaines influences méridionales se font cependant sentir à plusieurs reprises dans la faune, spécialement dans le Lyonnais et les provinces situées au S du Morvan.

PLANCHE 10

Fig. 1-3-4. — *Pseudoolithes* recristallisées du Pliensbachien de Rémilly-en-Montagne.

× 55.

- a) Pseudoolithe du type le plus courant ici, avec cristallisation de calcite en disposition plus ou moins radiale.
- b) Pseudoolithe remarquable par son nucléus, à structure crinoïdique bien conservée, entouré par de la calcite largement cristallisée. On notera la position excentrique du nucléus.
- c) Grosse pseudoolithe à nucléus organique, probablement échinodermique, bien conservé, entouré de pellicules brunes ferrugineuses (on distingue bien leur disposition concentrique dans la partie droite en haut) et de cristaux de calcite, entre lesquels on distingue encore (partie gauche) des pellicules ferrugineuses. On notera toujours la position excentrique du nucléus.
- d) Pseudoolithe avec nucléus de matière brune à rubanements concentriques malgré la forme d'arc de l'ensemble. Le nucléus, en position excentrique, est accompagné à droite par une belle recristallisation de calcite radiale.
- e) Fragment de Crinoïde dans le ciment.

Fig. 2. — *Pseudoolithes* recristallisées du Bajocien de Tendron.

× 35.

- a) Pseudoolithe du type le plus fréquent ici, à large recristallisation de calcite ; la matière brune ferrugineuse est rassemblée vers les bords entourant les cristaux de calcite.
- b) Oolithe vraie à structure concentrique ; à sa périphérie se développent des cristaux de calcite qui rompent même la pellicule externe de l'oolithe.
- c) Grosse pseudoolithe à nucléus excentrique, ne présentant plus de structure organique, entouré d'une pellicule de matière brune. Toute la moitié inférieure de la pseudoolithe est occupée par de la calcite à disposition fibreuse.
- d) Glauconie.

Fig. 5. — *Pseudoolithes* du Lotharingien de Saint-Fortunat.

× 35.

Pseudoolithes à cristaux de calcite en disposition rayonnante. Ciment de calcaire marneux amorphe avec nombreux Foraminifères.

L'imprégnation ferrugineuse n'a épargné que l'angle droit en bas ; elle est postérieure aux oolithes qu'elle peut n'affecter qu'en partie.

Fig. 6. — *Pseudoolithes* recristallisées du Pliensbachien de Nolay.

× 35.

Pseudoolithes à petits cristaux de calcite en mosaïque dans une masse brune amorphe.

Les cristaux peuvent passer d'une pseudoolithe à une autre (a).

La roche comprend en outre de très nombreux débris d'Echinodermes, radioles d'Ourins (b), articles d'Encrines parfois complets (c), et des Foraminifères ; elle montre aussi des recristallisations de calcite rappelant celles des pseudoolithes.

Toutes ces vues ont été prises en lumière naturelle.

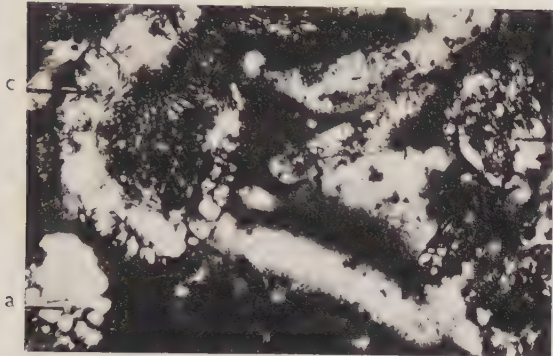


Fig. 1

x 55

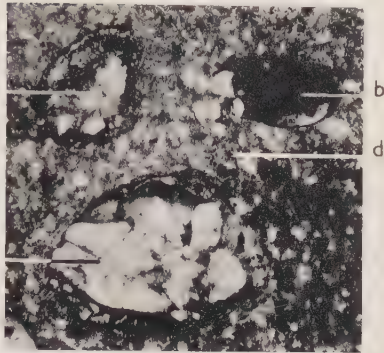


Fig. 2

x 35

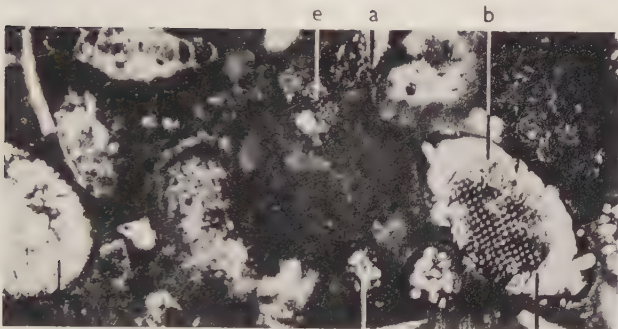


Fig. 3

x 55



Fig. 4

x 55

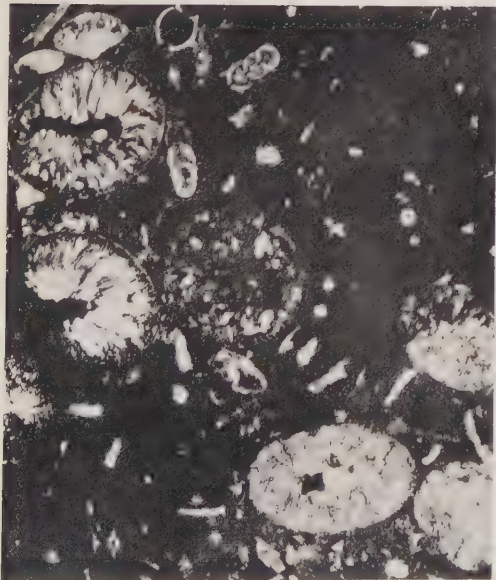


Fig 5

x 35

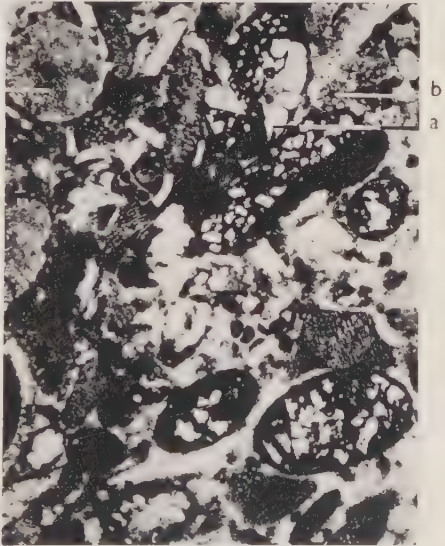


Fig. 6

x 35

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	3
Cadre géographique, Cadre géologique	3
Objet et Méthode	4
Plan.	5
Localisation des gisements, Numérotation des couches	6
Tableau des Horizons-repères	7
Paléontologie.	9
Abréviations des ouvrages paléontologiques	10
BIBLIOGRAPHIE	11
REMARQUES PÉTROGRAPHIQUES	24
Calcaires pseudoolithiques	24
Oolithes ferrugineuses.	25
Pseudoolithes recristallisées	25
Oolithes phosphatées	27
Calcaires dolomitiques et sidérosiques, calcaires moirés	28

PREMIÈRE PARTIE

MONOGRAPHIES RÉGIONALES

<i>Chapitre premier. — L'INDRE.</i>	29
Hettangien et Sinémurien	31
I. — Environs de La Châtre	31
II. — Environs de Neuvy-Saint-Sépulcre	37
III. — Moulin Chanrot.	39
IV. — Cluis, Gournay	40
V. — W de Cluis	42
Lotharingien.	44
Lias moyen	51
Lias supérieur	55

	Pages
Aalénien supérieur [?] et Bajocien.	56
Série stratigraphique de l'Indre	57
Appendice. — L'OUEST DE LA VALLÉE DE LA CREUSE	58
I. — Argenton.	58
II. — De la Creuse à l'Allemette	60
1. — Environs de Bazaiges	60
2. — Chazelet	64
3. — Environs de Chaillac	65
Chapitre II. — LE CHER	69
Rhétien et Hettangien	72
I. — Saint-Amand.	73
II. — Ouest de Saint-Amand	75
III. — A l'Est de Saint-Amand.	76
IV. — Extrémité NE	78
V. — Extrémité SE	79
Lotharingien.	81
Pliensbachien.	84
Domérien.	86
Toarcien	88
Aalénien et Bajocien	90
I. — (Tendron).	90
II. — (Desjointes)	94
III. — (Saint-Amand)	97
Série stratigraphique du Cher	99
Chapitre III. — NEVERS	101
Rhétien.	103
Hettangien.	103
1. — Coupe du Pont-du-Veurdre	104
2. — Région de Saint-Pierre et de Saint-Parizé-le-Châtel.	104
3. — Vallée de la Colâtre et coupe de Parenche	105
4. — Coupe de Sougy.	106
Sinémurien et Lotharingien.	109
Pliensbachien et Domérien	111
Toarcien et Aalénien inférieur	112
Aalénien supérieur et Bajocien.	122
1. — Marzy et Fourchambault.	122
2. — Gare de Saincaize	123
3. — Tranchée de Sermoise	127
4. — Sur la rive droite de la Loire	130
Interprétation.	130
Série stratigraphique du Nivernais méridional.	131

	Pages
<i>Chapitre IV. — BORDURE OCCIDENTALE DU MORVAN</i>	133
Rhétien ?	136
Hettangien.	137
I. — Région de La Machine et de Thianges	137
II. — Région de Saint-Saulge	138
III. — Région du Nord du Massif de Saint-Saulge	141
IV. — Région de Corbigny	142
Résumé de l'Hettangien.	144
Sinémurien et Lotharingien	145
Pliensbachien et Domérien inférieur	151
Domérien moyen et supérieur	155
Toarcien	156
Aalénien supérieur, Bajocien et Bathonien inférieur	159
I. — Bande occidentale : Saint-Benin-d'Azy, Lurey-le-Bourg et Prémery, Corvol-d'Embernard, Corvol-l'Orgueilleux	160
II. — Bande orientale, partie méridionale : environs de Vandenesse (Isenay, James, Commagny, L'Echalotte, Vandenesse)	165
III. — Bande orientale, partie centrale (Crux-la-Ville, Neuilly).	174
IV. — Bande orientale, affleurements septentrionaux (Tannay, Nuars, Chalveron, Neuffontaines, Bazoches)	175
<i>Appendice. — LE LIAS DE TERNANT</i>	183
Trias ?, Rhétien ?, Hettangien	183
Sinémurien et Lotharingien.	185
Pliensbachien.	186
<i>Stratigraphie de la Bordure occidentale du Morvan</i>	187
<i>Chapitre V. — AVALLON</i>	189
Trias, Rhétien	191
Hettangien.	191
Sinémurien et Lotharingien.	192
Pliensbachien et Domérien inférieur	196
Domérien moyen et supérieur	202
Toarcien et Aalénien inférieur.	203
Bajocien	205
<i>Série stratigraphique de l'Avallonnais</i>	214
<i>Chapitre VI. — L'AUXOIS</i>	216
Rhétien.	218
Hettangien.	219
1. — Environs de Semur (la Lumachelle, le Foie de veau).	219
2. — Région de Thoste et de Précy-sous-Thil	223
Sinémurien	227
1. — Tranchée au S de la Ferme de Leurey	227
2. — Tranchée au N de Ménétoy	229

	Pages
3. — Carrière de Corrombles	231
4. — Genay	231
5. — Falaise de Charentois	232
Pliensbachien (Semur; Vénarey-Pouillenay)	234
Domérien inférieur	236
Domérien supérieur	236
Toarcien	239
Aalénien supérieur et Bajocien.	242
I. — Montbard.	242
II. — Flavigny-sur-Ozerain	243
III. — Mont-Dregey.	245
IV. — Ouest de Semur	245
<i>Série stratigraphique de l'Auxois</i>	247
<i>Chapitre VII. — BORDURE ORIENTALE DU MORVAN</i>	249
Rhétien et Hettangien.	251
I. — Liernais et Manlay.	251
II. — Sombernon	253
III. — Arnay-le-Duc, Bligny-sur-Ouche, Ivry-en-Montagne.	253
Sinémurien et Lotharingien.	256
I. — Liernais et Bar-le-Régulier	256
II. — Sombernon	257
III. — Arnay-le-Duc, Bligny-sur-Ouche, Ivry-en-Montagne.	257
Lias moyen (Pliensbachien et Domérien)	261
I. — Bar-le-Régulier	261
II. — Sombernon	263
III. — Bligny-sur-Ouche	265
Lias supérieur	267
Aalénien supérieur et Bajocien.	269
<i>Série stratigraphique de la feuille de Beaune</i>	271
<i>Chapitre VIII. — ENVIRONS DE NOLAY (Côte-d'Or)</i>	273
Rhétien et Hettangien	274
Sinémurien et Lotharingien.	276
Pliensbachien.	281
Domérien.	283
Toarcien et Aalénien inférieur.	283
Aalénien supérieur et Bajocien (Falaise de Cirey; Haute vallée de la Cusanne)	284
<i>Série stratigraphique des environs de Nolay</i>	287
<i>Chapitre IX. — MACONNAIS.</i>	289
Rhétien et Hettangien (Pierreclos, Berzé-le-Châtel)	291
Sinémurien et Lotharingien.	294

	Pages
Pliensbachien.	296
Domérien.	298
Toarcien et Aalénien inférieur	298
Aalénien supérieur et Bajocien.	300
I. — Milly et Sologny	300
II. — Environs de Mâcon.	302
<i>Série stratigraphique du Mâconnais</i>	304
<i>Chapitre X. — MONT D'OR LYONNAIS ET SES ANNEXES</i>	306
Rhétien.	308
Hettangien.	310
I. — Coupe au N du Narcel	310
II. — Dans l'ensemble du Mont d'Or.	312
Sinémurien et Lotharingien.	314
Coupe de Saint-Fortunat	315
Coupe de la Barollière	317
Pliensbachien (Saint-Fortunat, Marcilly, le Paillet)	321
Domérien (Le Paillet; le Mont d'Or)	326
Toarcien et Aalénien inférieur.	329
Aalénien supérieur	331
Bajocien	333
<i>Série stratigraphique du Mont d'Or lyonnais et de ses annexes</i>	335
<i>Chapitre XI. — CHAROLAIS ET BRIONNAIS</i>	338
Rhétien et Hettangien	341
I. — Charolais	341
II. — La Chapelle-sous-Dun, Saint-Laurent-en-Brionnais	342
III. — Saint-Bonnet-de-Cray	344
IV. — Au S du Sornin	344
Sinémurien et Lotharingien.	345
I. — Clessy	345
II. — De Paray-le-Monial à Charolles.	347
III. — Environs de Charolles.	348
IV. — Saint-Laurent-en-Brionnais	349
V. — Sud du Sornin	352
Pliensbachien.	354
I. — Clessy	354
II. — Tortecelle.	354
III. — Vandenesse-les-Charolles	355
IV. — Brionnais	356
V. — Sud du Sornin	357
Domérien.	360
Toarcien et Aalénien inférieur	363

	Pages
I. — Paray-le-Monial	363
II. — Charolles.	364
III. — Le Brionnais	366
IV. — Charlieu	369
Aalénien supérieur et Bajocien.	370
I. — Charolles.	370
II. — Au N de Paray-le-Monial.	375
III. — Saint-Laurent-en-Brionnais	376
IV. — Iguerande.	377
V. — Environs de Charlieu	378
Appendice. — LE BATHONIEN DU CHAROLAIS	380
Série stratigraphique du Charolais et du Brionnais	382

DEUXIÈME PARTIE

SYNTHÈSE STRATIGRAPHIQUE

Chapitre XII.	385
§ 1. — Rhétien.	385
Comparaison avec les régions voisines.	387
§ 2. — Hettangien.	388
Divisions; Successions des faunes et type local	389
Variations de faciès.	389
Interprétation.	393
Comparaison avec les régions voisines.	394
§ 3. — Sinémurien.	396
Type de l'étage et divisions	396
Succession des faunes	396
Variations de faciès.	398
Comparaison avec les régions voisines.	399
§ 4. — Lotharingien	400
Définition et limites de l'étage	400
Divisions; Succession des faunes	404
Variations de faciès.	404
Comparaison avec les régions voisines.	406
§ 5. — Pliensbachien.	408
Définition et divisions	408
Succession des faunes	408
Variations de faciès.	409
Comparaison avec les régions voisines.	411

	Pages
§ 6. — Domérien	412
Divisions	412
Succession stratigraphique.	412
Variations de faciès.	413
Comparaison avec les régions voisines.	414
§ 7. — Toarcien et Aalénien inférieur (zone à <i>L. opalinum</i> incluse)	416
Définition et divisions	416
Type local et succession des faunes	416
Variations de faciès.	418
Comparaison avec les régions voisines.	421
§ 8. — Aalénien supérieur et Bajocien	425
Définition	425
Divisions et succession des faunes	425
Variations de faciès.	427
1. — Le calcaire à Entroques	427
2. — Les niveaux à oolithes ferrugineuses	429
3. — Calcaire marneux et marnes du Bajocien supérieur.	431
Interprétation.	432
Comparaison avec les régions voisines.	433
§ 9. — Remarques sur la chronologie hémérale.	435
§ 10. — Remarques sur la répartition des oolithes ferrugineuses	439
CONCLUSIONS	440
Divisions stratigraphiques	440
Stratigraphie locale.	441
Paléontologie.	442
Tectonique.	442
Histoire des bordures N et NE du Massif Central pendant le Lias et le Bajocien	442
TABLE DES MATIÈRES.	447
TABLE DES FIGURES ET DES CARTES DANS LE TEXTE	455
TABLE DES PLANCHES HORS-TEXTE; TABLEAUX	457

TABLE DES FIGURES ET DES CARTES DANS LE TEXTE

Figures	Pages
1. — Carte des principaux affleurements de l'Indre	31
2. — Lias inférieur à l'Ouest de La Châtre.	32
3. — Coupe de la Côte d'Ars, près de La Châtre	35
4. — Affleurements hettangiens et sinémuriens des environs de Neuvy-Saint-Sépulcre.	39
5. — Lotharingien et Hettangien de Neuvy-Saint-Sépulcre	44
6. — Carte des principaux affleurements de l'Ouest de la vallée de la Creuse.	60
7. — Transgression à l'Ouest de la vallée de la Creuse	68
8. — Carte des principaux affleurements du Cher	68
9. — Lias inférieur d'Augy-sur-l'Aubois.	70
10. — Coupe du Bajocien de la tranchée de Tendron.	91
11. — Carte des principaux affleurements des environs de Nevers	101
12. — Hettangien du Nivernais	108
13. — Coupe de la tranchée de Sampange	112
14. — Croquis schématique montrant la disposition des couches et les principales failles, à l'E de la gare de Saincaize, dans les talus dominant la voie ferrée et la route	123
15. — Coupe de la tranchée de Sermoise.	127
16. — Carte des principaux gisements de la bordure occidentale du Morvan.	134
17. — Toarcien de la route de Germenay à Marigny	156
18. — Bajocien de la bande occidentale de la bordure W du Morvan.	164
19. — Bajocien des environs de Vandenesse (Nièvre)	172
20. — Bajocien du Nord de la Nièvre.	180
21. — Carte des principaux affleurements du lambeau de Ternant.	183
22. — Carte des principaux affleurements de l'Avallonnais	189
23. — Coupe de la carrière de calcaire à ciment d'Étaules (Pliensbachien).	197
24. — Carte des principaux affleurements de l'Auxois	216
25. — Coupes du Sinémurien de Semur	228
26. — Carte des principaux affleurements de la bordure E du Morvan.	249
27. — Sinémurien de Liernais (l'huis Renaud)	256
28. — Coupe du Sinémurien de Bar-le-Régulier (tranchée de la voie ferrée).	257
29. — Coupe du Sinémurien et du Lotharingien d'Antigny-le-Château	258
30. — Coupe du Sinémurien et du Lotharingien d'Écutigny	260
31. — Pliensbachien de la bordure E du Morvan	266
32. — Carte des principaux affleurements des environs de Nolay	273

Figures	Pages
33. — Carte des principaux gisements du Mâconnais central	290
34. — Carte des principaux gisements du Mont d'Or lyonnais et de ses annexes	297
35. — Coupe de l'Hettangien au N du Narcel	310
36. — Coupe de la carrière de la Barollière.	317
37. — Pliensbachien du Mont d'Or lyonnais.	326
38. — Carte des principaux affleurements du Charolais et du Brionnais. . .	339
39. — Disposition schématique du Lias inférieur du Charolais et du Brionnais.	353
40. — Bajocien des environs de Charolles.	371

TABLE DES PLANCHES HORS-TEXTE

Planches	Pages
1. — Variations de faciès de l'Hettangien inférieur	391
2. — » » de l'Hettangien supérieur (et moyen)	391
3. — » » du Sinémurien	399
4. — » » du Lotharingien	407
5. — » » du Pliensbachien	411
6. — » » du Toarcien	421
7. — » » de l'Aalénien inférieur	421
8. — » » du Bajocien moyen	431
9. — » » du Bajocien supérieur	433
10. — Pseudoolithes recristallisées	à la fin de l'ouvrage

PRINCIPAUX TABLEAUX DANS LE TEXTE

Tableaux	Pages
A. — Aalénien et Bajocien inférieur des environs de Nevers	121
B. — Pliensbachien du Charolais et du Brionnais	359
C. — Limite du Lotharingien et du Pliensbachien	402
D. — Répartition des niveaux à oolithes ferrugineuses en Nivernais et sur les bordures W et NW du Morvan	430

EN POCHETTE

Planches
11. — Schéma du Lias inférieur de la bordure N du Massif Central et de la bordure occidentale du Morvan.
12. — Schéma du Lias inférieur du NE du Massif Central.
13. — Schéma du Toarcien, de l'Aalénien et du Bajocien.
14. — Schéma du Toarcien, de l'Aalénien et du Bajocien du Charolais et du Brionnais.

Tableaux
E. — Stratigraphie des bordures N et NE du Massif Central.
F. — Concordance des divisions fines du Lias inférieur et moyen.
G. — Concordance des divisions fines du Lias supérieur et du Bajocien.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

**Appareil respiratoire et respiration
chez les Amphineures et les Gastropodes.**

VU :

LES MEMBRES DU JURY,
THORAL, VIRET, SOLLAUD

VU ET APPROUVÉ :

Le Doyen de la Faculté des Sciences,
DOUIN

VU ET ACCORDÉ LE PERMIS D'IMPRIMER :

Lyon, le 9 janvier 1951.

Le Recteur,

Pour le Recteur et par Délégation
Le Vice-Président du Conseil de l'Université,
DOUIN

